



**Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo**
Facultad de Economía “Vasco de Quiroga”
División de Estudios de Posgrado

**Manejo y gestión del agua en la agricultura frente a la crisis hídrica en Tarímbaro
y Álvaro Obregón, Michoacán, México**

T E S I S

P R E S E N T A

Viridiana Martínez Ruiz

Para obtener el grado de

Doctora en Ciencias en Desarrollo Sustentable

Director de Tesis

Jorge Martínez Aparicio

Morelia, Michoacán, Diciembre de 2019





A los agricultores del Valle Morelia-Queréndaro y sus familias

Agradecimientos

A mí. Mi familia y amigos(as).
A Dominique Jonard. Un abrazo donde te encuentres.

A la UMSNH y a la Facultad de Economía.
Al CONACYT por el incentivo económico.

A mi director Jorge Martínez Aparicio, Profesor Investigador de la Facultad de Economía, UMSNH. Un especial reconocimiento por su paciencia, orientación y apoyo en todo momento.

A los miembros de la mesa sinodal:
Dra. Josefina Cendejas Guízar, Profesora Investigadora del INIRENA, UMSNH.
Dr. Adolfo Lizárraga Gómez, Profesor Investigador de la Facultad de Economía, UMSNH.
Dra. María Lourdes Barón León, Profesora Investigadora de la Universidad Autónoma Chapingo.
Dr. Alberto Gomez-Tagle Chávez, Profesor Investigador de la Facultad de Biología y el INIRENA, UMSNH.
Gracias por compartir su tiempo, conocimiento, observaciones y críticas.

Un especial agradecimiento a:
La Dra. Rafaela Solís Muñoz,¹
Jessica Natalí Tovar Maldonado,
Lourdes M. Ruiz y Jorge M. Castañeda.
Las revisiones y recolección datos fue un apoyo fundamental.

Además, agradezco a mis compañeros(as), profesores y profesores a lo largo del posgrado. A la Dra. Rosalía Paniagua, al Dr. René Colín, al Dr. Carlos Cabrera, al Dr. Hugo Amador, quienes motivaron hacia una perspectiva crítica, participativa y de planeación. Así también al personal administrativo-técnico: Fco. Mondragón, Tere G., Miriam y Xichil, amables y serviciales.

Gracias a:
Dr. Francisco Peña de Paz, Profesor Investigador del COLSAN, y
La Dra. Patricia Ávila García, Profesora Investigadora del IIES, UNAM, Campus Morelia.
Por sus recomendaciones y críticas oportunas, respectivamente.

A la Asociación de Agricultores del Valle Álvaro Obregón- Tarímbaro:
Consejo Directivo, Consejo de Vigilancia, Asamblea de Delegados y
Trabajadores: Susi, Estadísta, Canaleros y Operadores de maquinaria.
Administración 2015-2018 y 2018-2021.
Toda mi gratitud por compartir su tiempo y experiencias.
Que este trabajo sirva para sus propósitos.

¹ Especialista en Corrección de Estilo y Consultoría Editorial, profesora de asignatura del Centro de Autoacceso de la Coordinación de Idiomas de la UMSNH. email: rafasol7@hotmail.com

Al Distrito de Riego 020 de la Comisión Nacional del Agua Dirección Local Morelia, a cargo del Biólogo Juan Daniel López M., y a los Módulos del Riego adscritos. Siempre amables y abiertos a dialogar y compartir su conocimiento.

A la Subdirección de Consejos de Cuenca, Gestión Social y Atención a Emergencias a cargo del Ing. Juan Camacho Orozco. Gracias por la invitación a espacios de diálogo.

A la Subdirección Técnica de la Comisión Nacional del Agua, Dirección Local Morelia, a cargo del Ing. Octavio Muñoz Torres: al Biólogo Gustavo Garfias Chávez y la M.C. Silvia Yolanda Gómez Orozco (Departamento de Calidad del Agua), y Lic. J. Antonio León Chávez (Observatorio de Meteorología). Por su apertura para el acceso a la información y discusión de diversos temas en torno al agua. Siempre dispuestos a apoyar.

Al área de Administración del Agua de la Comisión Nacional del Agua, Dirección Local Morelia. Se agradece el tiempo para resolver dudas.

Al Biólogo Alejandro Pérez, ex responsable del Depto. De Cultura del Agua de la CONAGUA, además de su amistad, por compartir tiempo y conocimiento.

Al resto de actores de los tres niveles de gobierno que participaron en las entrevistas, en especial al M.C. Octavio Castro Guzmán (Subdirección de Operación de la CEAC, hasta 2016). Sin duda, su experiencia como servidor público y académico ha sido de gran apoyo.

Al M.C. Miguel Ángel Castro Castro. Gracias por abrir puertas.

Entre otros actores, que de una u otra manera, contribuyeron a este trabajo.

Gracias a todos.²

² 19:49 horas, 9 de diciembre de 2019.

CONTENIDO

Índice de tablas	viii
Índice de ilustraciones	ix
Resumen	1
Abstract.....	2
Introducción general	3
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES SOBRE LA GESTIÓN, EL MANEJO DEL AGUA, Y EL METABOLISMO SOCIAL (Y RURAL), EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD	12
Introducción.....	12
1.1 El marco de la sustentabilidad	16
1.2 La gestión del Agua	20
1.3 El manejo del agua y la noción de cuenca hidrológica	28
1.4 El Metabolismo Social.....	33
1.4.1 Metabolismo rural	36
CAPÍTULO II. LA RELACIÓN AGUA-AGRICULTOR EN LA PERSPECTIVA DE LA SUSTENTABILIDAD. EL MANEJO Y LA GESTIÓN PARA LA REPRODUCCIÓN SOCIAL.....	39
Introducción	39
2.1 El metabolismo social.....	42
2.2 La relación <i>agua-agricultor</i> en el contexto de la cuenca hidrológica ...	45
2.2.1 El agua como satisfactor y valor de uso	49
2.3 El manejo del agua en la agricultura	54
2.3.1 La apropiación del agua.....	56
2.3.2 La transformación del agua en valores de uso.....	61
2.3.3 La circulación: valor de uso → valor de cambio.....	64
2.3.4 El consumo: la realización del agua	67
2.3.5 La excreción y la (in) capacidad de absorción de los sistemas hídricos.....	69
2.3.6 El ciclo hidrológico y los límites.....	71
2.3.6.1 <i>La amenaza del cambio climático o alteración climática</i>	73
2.4 La gestión del agua	76
2.4.1 El agricultor, el origen del poder político, y el ejercicio del poder	79
2.4.2 La democracia del agua y prioridades de uso.....	82
2.4.3 La racionalidad económica y la racionalidad socioecológica	85
2.4.3.1 <i>La Racionalidad del agricultor campesino es reproductiva</i>	86

Síntesis general	89
CAPÍTULO III. DIÁLOGO PARTICIPATIVO CON ACTORES COMO ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN	91
Introducción	91
3.1 Delimitación del objeto de estudio	94
3.1.1 Observación no participante en el módulo de riego III	95
3.2. Variables, descriptores e indicadores	100
3.3 Herramientas de investigación.....	104
3.3.1 Observación (no) participante en las Asambleas de Delegados	105
3.3.2 Diálogos abiertos con actores clave y recolección de datos generales.....	105
3.3.2.1 <i>Documentos de apoyo</i>	107
3.3.3 Recolección y análisis de datos cuantitativos.....	107
3.3.3.1 <i>Indicadores de la calidad del agua</i>	108
3.3.3.2 <i>Variables climáticas</i>	111
3.3.4 Visitas de campo y diálogos a profundidad con actores internos.....	115
3.3.4.1 <i>Guías de entrevista, prueba piloto y observaciones</i>	117
3.3.5 Diálogos a profundidad con actores externos.....	120
3.3.6 Diálogo participativo entre módulos de riego	121
CAPÍTULO IV. LOS AGRICULTORES EN LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO, Y LA PROBLEMÁTICA SOCIOAMBIENTAL	122
Introducción	122
4.1 La Cuenca del Lago de Cuitzeo y sus fuentes de agua.....	123
4.1.1 Los usos y manejo del agua, y la excreción de aguas residuales.....	127
4.1.2 Prioridades de uso del agua: la política que define la apropiación.....	130
4.1.3 Los asignatarios y concesionarios	130
4.1.4 La Comisión de Cuenca del lago de Cuitzeo, órgano de gestión desde el Estado	131
4.2 La gran irrigación con aguas negras en el Valle Morelia – Queréndaro	135
4.2.1 Los agricultores de Tarímbaro y Álvaro Obregón adscritos al MRIII	140
4.3 La descentralización de la gestión del agua en México	146
4.4 La nueva política hídrica	150
CAPÍTULO V. ENTRE LA CRISIS Y LA SUSTENTABILIDAD EN EL MÓDULO DE RIEGO III: ACTORES, ACUERDOS Y CONFLICTOS	154
Introducción.....	154

5.1. Niveles de organización para la gestión del agua.....	156
5.2 El agua contaminada que nos mandan, la regresamos en alimentos	161
5.2.1. La apropiación social del agua “veneno”	162
5.2.2. Transformación del agua contaminada a monocultivos	178
5.2.3 Residuos de la actividad productiva agrícola moderna: excreción difusa.....	186
5.2.4 La venta de monocultivos y la sobreoferta.....	190
5.2.5 Consumo indirecto del agua: cultivo e ingreso	194
5.3 Los eventos climáticos que destruyen el valor producido.....	199
5.4 Controversias en torno a la gestión del agua	219
5.4.1 ¿Quién contamina paga? Un supuesto de la gestión del Estado.....	219
5.4.2 Intercambio de aguas de lo rural a lo urbano: ¿una solución ante la crisis hídrica?	226
CONCLUSIONES, REFLEXIONES Y ALTERNATIVAS	239
REFERENCIAS	251
ANEXOS	260
Capítulo III	260
<i>Anexo a. Estimación de la evapotranspiración por el método de Thornthwaite</i>	260
<i>Anexo b. Guion de diálogo a profundidad con delegados del MRIII.....</i>	264
<i>Anexo c. Guion de entrevista a trabajadores de campo del módulo de riego III.....</i>	266
<i>Anexo d. Guion de entrevista a vigilantes</i>	266
Capítulo V	268
<i>Anexo a. Caracterización cuantitativa de la calidad del agua.</i>	268
<i>Anexo b. Siniestros reportados por SEDRUA en el periodo de 2016 a 2018 en</i>	
<i>Tarímbaro y Álvaro Obregón.</i>	270
<i>Anexo c. Esquema de manejo del agua a nivel cuenca. Flujos de entradas y salidas de</i>	
<i>agua de los diferentes concesionarios y asignatarios.</i>	277
<i>Producción de papel y contaminación del agua</i>	281

Índice de tablas

Tabla 1. Corrientes de pensamiento ambientalista y grados de sustentabilidad.....	20
Tabla 2. Algunas lecturas sugeridas acerca de la gestión del agua.	24
Tabla 3. Lecturas sugeridas acerca del manejo del agua (y cuencas).	28
Tabla 4. Trabajos sobre el metabolismo social.	34
Tabla 5. Trabajos sobre el metabolismo rural.	37
Tabla 6. Principales características del modo campesino y el modo agroindustrial de uso de los recursos naturales.	46
Tabla 7. Metabolismo social y las necesidades desde el punto de vista <i>agua-agricultor</i>	53
Tabla 8. Variables, observables (actores) y momentos materiales del metabolismo rural, en el contexto de la cuenca.....	101
Tabla 9. Descriptores o indicadores en el nivel del agricultor (USC).....	102
Tabla 10. Descriptores o indicadores en el nivel de la organización MRIII.	103
Tabla 11. Descriptores o indicadores en el nivel de los organismos gubernamentales.	103
Tabla 12. Métodos y herramientas de investigación para cada nivel de actores.	104
Tabla 13. Normas oficiales mexicanas en materia de aguas residuales, y uso agrícola.	110
Tabla 14. Criterios de calidad del agua en función de indicadores fisicoquímicos y microbiológicos.	110
Tabla 15. Estaciones de medición en el polígono del Módulo de Riego III, Morelia (16080), Cuitzeo y Jesús del Monte.	112
Tabla 16. Análisis de correlación de las variables climáticas (temperatura y precipitación).....	113
Tabla 17. Características climáticas y físicas de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.	124
Tabla 18. Municipios de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.....	124
Tabla 19. Actores del Consejo de Cuenca del Lago de Cuitzeo. Distintos niveles de gestión del agua.	132
Tabla 20. Demanda de agua en el Distrito de Riego Morelia-Queréndaro.	138
Tabla 21. Principales indicadores de desarrollo humano y de uso y manejo del agua.....	141
Tabla 22. Ejidos del Módulo de Riego III y modalidades de riego.....	142
Tabla 23. Estimación de costos de producción para 1 ha de maíz. Ejercicio realizado con agricultores de la comunidad de Téjaro, 5 agosto 2018.	185
Tabla 24. Ingreso aproximado de la producción de maíz, y deuda para iniciar un nuevo subciclo agrícola.	192
Tabla 25. Modo de apropiación del agua, con base en los atributos que define Toledo, adaptados al objeto de estudio.....	197
Tabla 26. Balance hidrológico; entradas como precipitación anual, salidas como evapotranspiración anual, y déficit hídrico anual.	206
Tabla 27. Precipitación en la estación Morelia Observatorio (16080): comparación entre la normal y los últimos años (2016-2019).	206
Tabla 28. Días luz en la Latitud (promedio) 19°51'0'' del MR III.	261
Tabla 29. Resumen de los reportes en los municipios de Tarímbaro y Álvaro Obregón.	270
Tabla 30. Reporte de Tarímbaro en 2018.....	271
Tabla 31. Reporte de Álvaro Obregón en 2018.....	272
Tabla 32. Reporte de Tarímbaro en 2017.....	273
Tabla 33. Reporte de Álvaro Obregón en 2017.....	274
Tabla 34. Reporte de Tarímbaro en 2016.....	275
Tabla 35. Reporte de Álvaro Obregón en 2016.....	276

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Grados de la sustentabilidad. Nota. Fuente: <i>Esquema de Pierri (2005, p. 72), modificado.</i>	17
Ilustración 2. Metabolismo social o socio natural, sujeto vivo necesitado y su relación con otros productores; flujos de materia y energía entre los elementos del circuito natural de vida. Nota. <i>Elaboración propia con base en Dussel, 2015; Hinkelammert y Mora, 2013; Leff, 2005; Toledo, 2013.</i>	44
Ilustración 3. Relación política entre el ciclo del agua, la cuenca y lo social; sistemas abiertos al flujo de materia y energía, y decisiones para la apropiación y excreción del agua en los procesos productivos. Nota. <i>Elaboración propia.</i>	49
Ilustración 4. Intercambio de materia y energía, agricultura y agua; metabolismo rural. Nota. <i>Elaboración propia con base en Marten 2001, p. 29.</i>	55
Ilustración 5. Subsistemas de apropiación interactuando como una <i>totalidad</i> (cuenca hidrológica). Nota. <i>Elaboración propia con base en la teoría de sistemas complejos (García, 2006).</i>	57
Ilustración 6. Ciclo productivo o espiral productiva. Nota. <i>Dussel, 2015, p.26, Tesis 2, modificado.</i>	62
Ilustración 7. Esquema de la complejidad de la estructura relacional económica. Nota. <i>Se reelaboró con base en el esquema de Dussel (2015).</i>	65
Ilustración 8. Gestión heterónoma del excedente del agricultor; flujos de agua, y relación con el mercado capitalista. Nota. Fuente: <i>Elaboración propia con base en Dussel (2015, p.54)</i>	66
Ilustración 9. Nota. Trabajo del sujeto vivo, la naturaleza, producto del trabajo y autoconsumo. ...	68
Ilustración 10. Origen del cambio climático y consecuencias en el sistema social. Nota. <i>Elaboración propia.</i>	75
Ilustración 11. Río Grande de Morelia, desde la Presa de Cointzio hasta el Lago de Cuitzeo (zona noreste), y 4 puntos de monitoreo de calidad del agua (puntos). Nota. <i>Mapa extraído de Google Earth, RENAMECA, CONAGUA.</i>	109
Ilustración 12. Mapa de México (y fronteras), la VII RHA Lerma Santiago, y la Cuenca del Lago de Cuitzeo. Nota. <i>Mapa retomado de Caire (2005, p.58) e INE.</i>	123
Ilustración 13. Mapa de Cuenca del Lago de Cuitzeo, y vista de cuerpos de agua, recorte parcial. Nota. <i>INEGI, Mapa Digital de México, Versión V6.3.0, 2018, impresión de pantalla.</i>	124
Ilustración 14. Incremento de la población en la cuenca del lago de Cuitzeo. Nota. <i>Elaboración propia con base en (CONAGUA, 2011a) (INEGI, Gobierno del Edo. de Michoacán, 2017).</i>	126
Ilustración 15. Consumo de agua en bloque para cada municipio de la Cuenca del lago de Cuitzeo. Nota. <i>Elaboración propia con referencia en la base de datos de la CONAGUA Dirección Local Morelia (última actualización: 30 de noviembre de 2018).</i>	128
Ilustración 16. Usos del agua en los municipios aguas arriba o alrededor de la unidad de estudio en la Cuenca del Lago de Cuitzeo. Nota. <i>Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA Dirección Local Morelia (última actualización: 30 de noviembre de 2018).</i>	129
Ilustración 17. Distribución de los Módulos de Riego en la CLC y Coordenadas Geográficas. Nota. <i>DR020, CONAGUA, Dirección Local Morelia.</i>	137
Ilustración 18. Polígonos de los Municipios de Tarímbaro y Álvaro Obregón en la CLC. Nota. <i>INEGI</i>	140
Ilustración 19. Polígono del MR-III, Parcelas y Principales Canales de Agua y Drenaje. Nota. <i>DR020, CONAGUA, Dirección Local Morelia.</i>	143
Ilustración 20. 76.10 km de drenes de riego. Nota. <i>Elaboración propia con base en información del MRIII.</i>	144
Ilustración 21. 121.6 km Canales de riego. Nota. <i>Elaboración propia con base en información del MRIII.</i>	144
Ilustración 22. Organización formal del Módulo de Riego III. Nota. <i>Elaboración propia con base en los estatutos del MRIII. *Estructura horizontal, aunque también opera de manera vertical.</i> .	146

Ilustración 23. Estructura organizativa y de representaciones en el módulo de riego. Nota. <i>Elaboración propia.</i>	157
Ilustración 24. Delegados del Módulo de Riego III. Nota. <i>Fotografía de las visitas de campo.</i>	158
Ilustración 25. Estructuras organizativas que se desprenden de la Comisión de Cuenca del Lago de Cuitzeo. Nota. <i>Elaboración propia.</i>	159
Ilustración 26. Origen del poder político y el ejercicio del poder. Nota. <i>Elaboración propia con base en Dussel (2006).</i>	160
Ilustración 27. Distribución de ingresos en el MR III. Nota. <i>Elaboración propia con base en datos del MR III.</i>	163
Ilustración 28. Gastos de conservación en el período 2011-2018, programado, realizado y óptimo. Nota. <i>Elaboración propia con base en datos del DR020, en apoyo a los módulos de riego.</i> 164	
Ilustración 29. Parámetro de calidad del agua OD (Oxígeno Disuelto). Nota. <i>Elaboración propia con base en los datos de la RENAMECA, CONAGUA, Dirección Local Morelia, en el periodo 2013-2018, muestreo puntual.</i>	166
Ilustración 30. Parámetro de calidad del agua DBO ₅ (Demanda Biológica de Oxígeno). Nota. <i>Elaboración propia con base en los datos de la RENAMECA, CONAGUA, Dirección Local Morelia, en el periodo 2013-2018, muestreo puntual.</i>	169
Ilustración 31. Parámetro de calidad del agua DQO (Demanda Química de Oxígeno). Nota. <i>Elaboración propia con base en los datos de la RENAMECA, CONAGUA, Dirección Local Morelia, en el periodo 2013-2018, muestreo puntual.</i>	169
Ilustración 32. Parámetro de calidad del agua <i>Coliformes fecales</i> . Nota. <i>Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la RENAMECA, CONAGUA, Dirección Local Morelia, en el periodo 2013-2018, muestreo puntual.</i>	170
Ilustración 33. Agricultor del ejido de Potrero Verde llevando el agua negra desde el canal ejidal hasta su parcela. Nota. <i>Fotografía de las visitas de campo.</i>	173
Ilustración 34. Cadáver retirado de los canales de riego por un operador de máquina. Nota. <i>Foto compartida por un operador de maquinaria, 22 de diciembre 2018.</i>	175
Ilustración 35. Invasión de los canales de riego en Uruétaro. Nota. <i>Fotografía de las visitas de campo.</i>	175
Ilustración 36. Apropiación del agua en el módulo de riego III. Nota. <i>Elaboración propia.</i>	178
Ilustración 37. Transición de la agricultura tipo agrosistema al modelo agroindustrial. Nota. <i>Elaboración propia.</i>	179
Ilustración 38. División de la tierra, y rangos de superficie de trabajo. Nota: <i>Elaboración propia con base en el padrón de usuarios del MR III</i>	181
Ilustración 39. Distribución de propietarios de la tierra de acuerdo al género. Nota. <i>Elaboración propia con base en el padrón de usuarios del MR III.</i>	184
Ilustración 40. Río Grande de Morelia a la altura de Carrillo Puerto, y la saturación de lirio acuático. Nota. <i>Fotografía de las visitas de campo.</i>	187
Ilustración 41. Agricultor de Tarímbaro comerciante en la ciudad de Morelia. Nota. <i>Fotografía de las visitas de campo.</i>	193
Ilustración 42. Precipitaciones en Morelia (al sur) y Observatorio de Meteorología, Tarímbaro y Álvaro Obregón, normales (1951-2010). Nota. <i>Elaboración propia con base en datos del SMN, estado de Michoacán, CONAGUA; R Core Team (2018).</i>	203
Ilustración 43. Evapotranspiración potencial en Morelia (sur), Tarímbaro y Álvaro Obregón, normales (1951-2010). Nota. <i>Elaboración propia con base en datos del SMN, estado de Michoacán, CONAGUA. Análisis mediante el método de Thornthwaite y R Core Team (2018).</i>	204
Ilustración 44. Déficit hídrico en Morelia (sur), Tarímbaro y Álvaro Obregón, normales (1951-2010). Nota. <i>Elaboración propia con base en datos del SMN, estado de Michoacán, CONAGUA. Análisis mediante el método de Thornthwaite y R Core Team (2018).</i>	205

Ilustración 45. Precipitaciones en el periodo 2016-2019 y eventos con granizo (flechas); contraste entre la Estación Morelia (OBS) y los reportes de SEDRUA. Nota. <i>Elaboración propia con base en datos del área de Meteorología de la CONAGUA, Dirección Local Morelia, y datos de siniestros de SEDRUA; R Core Team (2018).</i>	211
Ilustración 46. Precipitaciones en el periodo 2016-2019 y eventos de lluvias torrenciales (flechas); contraste entre la Estación Morelia OBS., y los reportes de SEDRUA. Nota. <i>Elaboración propia con base en datos del área de Meteorología de la CONAGUA, Dirección Local Morelia, y datos de siniestros de SEDRUA; R Core Team (2018).</i>	211
Ilustración 47. Precipitaciones en el periodo 2016-2019 y eventos de heladas; contraste entre la Estación Morelia OBS., y los reportes de SEDRUA. Nota. <i>Elaboración propia con base en datos del área de Meteorología de la CONAGUA, Dirección Local Morelia y datos de siniestros de SEDRUA; R Core Team (2018).</i>	212
Ilustración 48. Temperaturas máximas y temperaturas mínimas en la estación Morelia OBS., (2016-2019). Y los eventos de siniestros por sequía reportados por la SEDRUA, en un periodo de precipitaciones (2016-2019). Nota. <i>Elaboración propia con base en datos del área de Meteorología de la CONAGUA, Dirección Local Morelia, y datos de siniestros de SEDRUA; R Core Team (2018).</i>	212
Ilustración 49. Parcela de la Colonia Miguel Hidalgo (Tarímbaro) inundada en el mes de noviembre de 2018. Nota. <i>Fuente: Fotografía tomada en las visitas de campo.</i>	216
Ilustración 50. Volúmenes extraídos de la presa de Cointzio para uso urbano y uso agrícola histórico, y referentes de las concesiones de los módulos de riego II, III y IV, aguas abajo Morelia. Nota. <i>Elaboración propia con base en datos del DR020, CONAGUA Dirección, Local Morelia.</i>	217
Ilustración 51. Tapando drenajes en Álvaro Obregón, con participación de algunos delegados. Nota. <i>Fotografía tomada en campo.</i>	223
Ilustración 52. Presa de Cointzio con presencia de lirio acuático. Nota. <i>Fotografía tomada en campo.</i>	227
Ilustración 53. Descarga de agua tratada de la PTAR Atapaneo al Río Grande de Morelia. Nota. <i>Fotografía tomada en campo.</i>	228
Ilustración 54. Portada del periódico Amanecer; Planta CEAC comercializar agua tratada a agricultores. Nota. <i>(Ramírez, 2016).</i>	229
Ilustración 55. Agricultor del ejido de Plan de Ayala en la cosecha de alfalfa. Nota. <i>Fotografía recuperada en campo</i>	238

Resumen

Los agricultores son clave para el desarrollo y la sustentabilidad; transfieren su esfuerzo a la tierra y el agua para sostener su familia (metabolismo rural), así como proveer de alimentos a otras poblaciones. La relevancia del documento reside en explorar cómo los campesinos de la cuenca media baja del lago de Cuitzeo despliegan su capacidad de manejo y gestión ante la contaminación de sus aguas y los eventos hidrológicos atípicos (crisis hídrica). El estudio se realizó en calidad de observadora participante, aplicando entrevistas a profundidad a integrantes de la Asamblea de Delegados y trabajadores de la organización del Módulo de Riego III, así como el análisis de algunos indicadores de calidad del agua y variables hidrológicas para comprender la *apropiación* del agua; también se dialogó con actores externos del gobierno para contrastar las racionalidades. Se encontró que a los agricultores se les trasfiere costos económicos y ambientales. Ellos agregan valor al agua contaminada para transformarla en un satisfactor (aunque nocivo) que el mercado no reconoce, y los municipios, áreas (semi) urbanas e industrias de la cuenca no asumen conforme el marco legal. Además, los campesinos enfrentan siniestros hidrológicos atípicos que acentúan la vulnerabilidad hídrica, que destruyen completa o parcialmente el valor producido. En respuesta, los agricultores se esfuerzan por asumir los costos y dialogar con algunos municipios, no siempre con respuesta positiva. Se concluye que el manejo y gestión del agua bajo la crisis actual no permite el desarrollo de la vida rural, al contrario, ocurre la fractura del metabolismo rural, ya que se ha forzado a un modelo agroindustrial insostenible, de granos y forrajes (por inocuidad) y alta demanda de energía fósil. No obstante, los mismos subsisten y mantienen su derecho al agua y la vida, aunque la política hídrica y agroalimentaria no les favorece.

Palabras clave: contaminación del agua, investigación acción-participativa, metabolismo social, procedimientos hidrológicos PHU, eventos hidrológicos atípicos.

Abstract

Farmers are key to development and sustainability; they transfer their effort to land and water to support their family (rural metabolism), as well as provide food to other populations. The relevance of the document lies in exploring how farmers in the lower middle basin of Lake Cuitzeo deploy their work and management capacity in the face of pollution of their waters and atypical hydroclimatic events (water crisis). The study was carried out as a participating observer, applying in-depth interviews to members of the Asamblea de Delegados and workers of Módulo de Riego III organization, as well as the analysis of some indicators of water quality and hydroclimatic variables to understand the appropriation of the water; It was also talked with external government actors to contrast the rationalities. It was found that farmers are transferred economic and environmental costs. They add value to the contaminated water to transform it into a satisfactory (although harmful) one that the market does not recognize, and the municipalities, (semi) urban areas and industries of the basin do not assume according to the legal framework. In addition, farmers face atypical hydroclimatic accidents that accentuate water vulnerability, which completely or partially destroy the value produced. In response, farmers strive to bear the costs and dialogue with some municipalities, not always with a positive response. It is concluded that the work and management of water under the current crisis does not allow the development of rural life, on the contrary, the fracture of the rural metabolism occurs, since it has forced an unsustainable agroindustrial model of grains and forages (for safety) and high demand for fossil energy. However, they remain and maintain their right to water and life, although water and agri-food policy does not favor them.

Keywords: water pollution, action-participatory research, social metabolism, necessary hydro-procedures, atypical hydroclimatic events.

JEL: Q25, Q53.

Introducción general

La desigualdad económica incrementa entre las naciones del norte y sur, a la vez que el deterioro de los ecosistemas ocurre de manera intensa, lo que provoca conflictos sociales.³ En la visión de Arizmendi (2016) la crisis ambiental se puede mirar como la presencia de una situación límite que pone en riesgo la persistencia y continuidad de la vida. El autor enfatiza una *crisis ambiental mundializada* de magnitud inimaginable, que quizá supera la concepción de *cambio climático* (del capitalismo verde). En este contexto, el *agua*, antes de verla como fuente de vida, es conducida a través de procesos de gestión y manejo, a su *mercantilización* para el crecimiento económico, ampliando la brecha de la pobreza y degradación de los ecosistemas.

La *crisis hídrica* es observada a diferentes escalas, a través de la contaminación, como resultado de las prácticas y normas institucionales del manejo y gestión del agua. Como consecuencia de la política hídrica que garantiza el agua para sostener la urbanización e industrialización, por encima de la vida en lo rural de los campesinos, tanto en cantidad como en calidad, propiciando desigualdad social a escalas nacional, regional y local. La manifestación aparente de la crisis es la excreción de residuos a los cuerpos de agua, así mismo la sobreexplotación de los recursos hídricos que proveen la energía para la vida, que pierden su resiliencia. Este hecho transforma la relación hombre-naturaleza, como un circuito no sustentable.

En este sentido, el presente trabajo es una propuesta de investigación basada en el enfoque de *la sustentabilidad fuerte y humanismo crítico* que se desarrolla en los capítulos I y II (Pierri, 2005). Se abordan dos conceptos centrales para comprender la relación *agua-agricultor* tipo campesino en el contexto de la cuenca hidrológica, es decir la *gestión y manejo del agua* como problema de investigación. Dichos conceptos se nutren de la categoría de *metabolismo social*, con el propósito de ordenar y profundizar: la apropiación, transformación, circulación, consumo y excreción, como los momentos materiales, y en tanto aspectos inmateriales (Toledo, 2013). El punto de partida se ubica en el agricultor en la parcela, quien transfiere su esfuerzo a la tierra y en particular al agua para, a través del manejo, transformarlas en otros valores de uso (o satisfactores) para la reproducción de la

³ Se recomienda ver la página <https://ejatlas.org> que muestra los diferentes conflictos socioambientales en el mundo.

vida,⁴ además, debe relacionarse políticamente con otros actores para hacer gestión en el acceso al agua.

En primer lugar, el manejo del agua se concibe como los diferentes actos del trabajo que se despliegan para conducir, conservar, almacenar y utilizar el agua en la parcela, con el propósito de que el agua se realice como valor de uso en la agricultura; ello implica analizar los procedimientos hidroútiles (PHU) que corresponde a ese trabajo y a las condiciones e infraestructura necesarios para el consumo agrícola del agua (Veraza, 2007a). Por su parte, la gestión del agua se asocia a un acto político, es decir, a la capacidad del agricultor (individual y en comunidad) para ejercer su poder ante la crisis hídrica a través de la organización, toma de decisiones y otros aspectos del campo político-administrativo, partiendo de que el agricultor es el origen del poder político (Dussel, 2006). Ambas prácticas, manejo y gestión, son indisolubles.

Para estudiar la relación *agua-agricultor* se eligió a la Asociación de Agricultores del Valle Álvaro Obregón -Tarímbaro A.C., o Módulo de Riego III (MRIII), adscrita al Distrito de Riego 020 de la Cuenca del Lago de Cuitzeo (CLC). Esta unidad se constituye en 1994, e integra alrededor de 2500 agricultores, mayoritariamente campesinos (en diferentes grados de agroindustrialidad), con una superficie de riego de 8800 ha. El módulo se encuentra en la cuenca media baja que, como vertedero de residuos tóxicos, recibe el mayor volumen de agua residual (entre 43 y 46 Mm³) proveniente de Morelia (y tenencias), Charo, Tarímbaro y Álvaro Obregón, que contribuyen al estado que guarda el Río Grande de Morelia. El agua aparece como un satisfactor nocivo, que regresa como alimentos a la población a través del mercado.

Fue necesaria la *observación no participante* desde finales de 2016 en las Asambleas de Delegados, máximo órgano de participación y toma de decisiones en el MRIII. El acercamiento permitió conocer las preocupaciones de los productores, con lo que se logró definir 1) los objetivos, preguntas e hipótesis de trabajo, 2) proponer categorías teóricas que

⁴En los términos que expresan diversos autores críticos como Hinkelammert y Mora (2013). Por reproducción *de la vida* se entiende como la posibilidad de que el agricultor tenga las condiciones materiales y ambientales necesarias para la satisfacción de sus necesidades, referido a satisfactores de calidad que sacien su hambre, agua que quite la sed, un techo que cubra del frío, o el hecho de participar en la comunidad para organizar los medio de vida del territorio como es el *agua*; que el resultado de ese trabajo además se refleje en el bienestar de la familia y la comunidad.

podrían explicar lo observado, 3) caracterizar el *sistema cuenca* donde se ubican, así como las interrelaciones entre otros usuarios del agua en un enfoque de sistemas complejos, y 4) proponer una estrategia y herramientas para la recolección de información en campo. En resumen, se pudo construir el objeto de estudio a partir de la observación y diálogo con actores, una estrategia viable para abordar el metabolismo rural desde la perspectiva de las relaciones sociales.

Como resultado, el objetivo general fue explorar *cómo es que los productores del MRIII despliegan su capacidad de manejo y gestión ante la crisis hídrica. La crisis hídrica es delimitada a dos variables, la contaminación de las fuentes de agua y los eventos climáticos adversos de los últimos tiempos, dos determinantes que inciden en la reproducción de la vida.*⁵ Ambas variables constituyen dos de las afectaciones más sentidas por los agricultores. Por un lado, la contaminación que deteriora la calidad del agua y por ende su baja utilidad y aprovechamiento para la producción agrícola. Por su parte, lo climático incide en la cantidad, ya sea limitado o por exceso de agua, que afecta también su labor en la parcela, al grado de no realizar el agua hasta la venta y consumo de cultivos.

Es pertinente señalar que el objetivo, analizar el cómo se resuelve el manejo y la gestión del agua ante la crisis hídrica, se centra en el momento de la *apropiación* del agua, y para el caso del aspecto climático abarca hasta la etapa de la transformación. El resto de los momentos materiales del metabolismo, siguiendo a Toledo (2013), se abordan de manera colateral para enfatizar en la *fractura del metabolismo rural*.⁶

Así es que, el primer objetivo particular se basó en visibilizar lo que implica el manejo del agua, de lo que supone llevarla hasta la parcela como procedimientos hidroútiles y para transformarla en valor de uso en la propia parcela; qué prácticas de manejo se ejercen ante un satisfactor nocivo. El segundo objetivo fue reconocer hasta qué punto los eventos climáticos atípicos inciden en el manejo del agua durante un ciclo agrícola, analizando

⁵ “Considerando que el planeta cuenta con una población de alrededor de 6 mil millones de habitantes, más de un tercio de sus pobladores no tiene acceso al agua segura para consumo humano; alrededor del 40% no cuenta con sistemas de saneamiento; más de 4 mil millones sufren cada año de enfermedades relacionadas con la contaminación del agua” (Soares, Vargas, & Nuño, 2008, p. 9). Quizá podremos encontrar cifras alarmantes al día de hoy que, ante lo climático, se agudiza el escenario de crisis en las diferentes poblaciones rurales.

⁶ Concepto que se retoma de Brett Clark y John Bellamy Foster, en su artículo “Imperialismo ecológico y la fractura metabólica global. Intercambio desigual y el comercio de guano/nitratos” (segundo semestre de 2012), *Theomai* 26, Traducido al español por Diego Pérez Roig.

algunas variables climáticas en el polígono del MRIII, como un aspecto que intensifica la crisis por la contaminación de sus aguas, y a la inversa. Y el tercer objetivo se centró en identificar las formas de participación e incidencia de los agricultores (como gestión del agua) ante dichos factores socioambientales, en sus diferentes niveles de organización y de frente a los actores involucrados en la cuenca hidrológica.

Los objetivos se plantearon como preguntas de investigación, y se establecieron hipótesis a resolver. La pregunta general es ¿Cómo es que los productores del MRIII despliegan su capacidad de manejo y gestión ante la contaminación de sus aguas (apropiación), así como por eventos climáticos adversos de los últimos tiempos (apropiación y transformación)? Para tal pregunta, se buscó demostrar que el manejo del agua contaminada es un factor crítico, parteaguas entre *el bienestar* y la *escasa sustentabilidad*. La adaptación a la crisis hídrica era la única alternativa, aunque los afectados, no conformes con ello, se esfuerzan por agregar valor al agua y asumir los costos a pesar de las carencias personales, debilidades internas en la organización, y del hecho que el mercado no reconoce el valor del agua. Respecto a los eventos climáticos adversos, los esfuerzos se debilitan totalmente, pues no hay quien responda o ayude a resarcir los daños, lo cual lleva a los agricultores a un mayor nivel de *pobreza hídrica*, que abarca también al tipo agroindustrial.

La primera pregunta e hipótesis específicas, ¿Qué implica el manejo del agua contaminada, que supone llevarla hasta la parcela como procedimientos hidroútiles (PHU) para transformarla en valores de uso, y revertir hasta cierto punto la composición del agua como un satisfactor nocivo? Llevar el agua contaminada a la parcela es un proceso de valorización, producto del trabajo del agricultor como individuo, como organización y desde el personal técnico del Estado, para convertirla en un satisfactor, y posteriormente, transformarla en otros valores como alimentos; a pesar del gran esfuerzo que se desarrolla los monocultivos son valores que no se ven reflejados en el mercado.

La contaminación de sus aguas es el síntoma de la gestión mercantil urbana e industrial de las aguas, que obliga a los agricultores, hasta cierto punto, a un modelo agrícola que incrementa el grado de contaminación por eutrofización. Los costos son inconmensurables y se contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero por la dependencia de grande maquinaria: sobreoferta, monocultivos, plagas, escasa (o nula) recuperación del trabajo y

costos de producción, bajos ingresos, migración de familiares, y las afectaciones a la salud humana, ya que las características del agua no cumplen las normas en materia hídrica, es un satisfactor nocivo.

La segunda pregunta e hipótesis específicas, ¿Hasta qué punto los eventos climáticos atípicos inciden el manejo del agua en durante el ciclo agrícola, analizando algunas variables climáticas en el polígono del MRIII (precipitación y temperatura), como factor que intensifica la crisis por la contaminación de sus aguas, y a la inversa? Las condiciones climáticas atípicas limitan la apropiación del agua, y afecta la realización del valor del agua (como PHU) en valores de uso. En otras palabras, incide en la captación de agua en verano y riego rodado, la cosecha y la venta del excedente en el mercado, lo cual deteriora la economía del agricultor de manera crítica.

La variable clima es observable en la ausencia de lluvias en verano, sequías, lluvias torrenciales e inundaciones de la parcela, granizadas y heladas que llevan a la pérdida parcial o total de los cultivos. De alguna manera, el clima fuera de las condiciones normales es resultado del modo de producción fosilista, que se instala en diferentes metabolismos como el rural, transformándolo en una unidad excretora de gases de efecto invernadero, y que se acentúa por la contaminación de las aguas. Por otro lado, la baja disponibilidad del agua impacta en mayor medida a los agricultores, debido a que la política hídrica da prioridad de uso del agua a la vida urbana, tanto en cantidad como en calidad. De ahí que la pobreza hídrica en el valle es notable, y sea urgente una política hídrica orientada hacia la igualdad en términos de la apropiación, priorizando su uso para la satisfacción de las necesidades humanas y de conservación de las fuentes de agua.

La última pregunta e hipótesis específicas, ¿Cuál es la capacidad de participación, negociación e incidencia de los agricultores ante dichos factores socioambientales (gestión del agua), en cada nivel de organización y de frente a los actores gubernamentales involucrados? En respuesta, el grado de participación e incidencia de los productores es limitada e ignorada en los diferentes niveles de organización, de tal manera que las demandas por el agua no se materializan en políticas y programas locales que atiendan la contaminación, y mucho menos el tema climático. Los representantes de la organización no logran posicionar las demandas a un nivel de mayor atención, por lo que es importante

incentivar la *democracia participativa* al interior de la organización del MRIII, y hacia el exterior (la cuenca), para construir y ejercer el poder político desde donde se origina, desde el campesino con sus necesidades concretas.

El planteamiento del problema de investigación es resultado de la observación en campo y revisión al estado del arte. De esta manera, se construyó el marco teórico-metodológico de la *sustentabilidad*, considerando la perspectiva sistémica para articular diferentes saberes en dos niveles (Bertalanffy, 2006; García, 2006). El primer nivel es general, y se refiere al sistema por conocer o procesos de generación de conocimiento, resultado de las etapas de investigación donde se conjuntan argumentos para la comprensión y reflexión del objeto de estudio, entre lo abstracto y lo concreto. El segundo nivel es particular, el objeto de estudio se define como un *sistema complejo*, que implica la integración de conceptos de las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales (sustentabilidad), para enfatizar que el agua es un *recurso*⁷ esencial para la vida, y hacer la crítica a la visión que la define como mercancía, determinando su valor frente a la demanda.

En lo que se refiere al segundo nivel, el objeto de estudio se define como un *sistema complejo*. El objetivo fue articular, mediante un discurso mixto, conceptos de disciplinas de las Ciencias Sociales y las Ciencias Naturales, lo cual permitió analizar el tema del manejo y gestión del agua en la agricultura de manera integral, hasta cierto punto, y que puede profundizarse como se considere pertinente. También, se enfatizó en el nivel del agricultor sin desvincularlo del contorno cuenca hidrológica, lo económico y lo político que le determinan para que pueda apropiarse del agua en cantidad y calidad. La perspectiva sistémica implica realizar un recorte de la realidad como *sistema abierto*, la cual se corresponde con la perspectiva de la sustentabilidad de este trabajo; es una necesidad plantear los objetos de estudio hacia la complejidad, con el diálogo de saberes, reconociendo límites de conocimiento.

Siguiendo el primer nivel sistémico, la exposición de la presente investigación se organiza en varias etapas. Las etapas que componen el trabajo se conciben como sistemas abiertos en

⁷ El concepto “recurso” se entiende en el sentido que expresa Shiva (2001): un *recurso* implica vida, que brota una y otra vez, que tiene el poder de regeneración, y considera la relación entre la humanidad y naturaleza, mediante la cual se otorga dones hacia los humanos, quienes deberán responder con reciprocidad. No obstante, señala que este significado se ha ido cambiando en el contexto economicista porque se reduce a un simple factor productivo en el mercado capitalista.

continua retroalimentación, con el fin de que se correspondan las categorías teóricas con la realidad observada, y sea posible la contrastación teórica-empírica; sistema teórico-metodológico → ← sistema observado. En ese sentido, la exposición se organiza en cinco capítulos y un apartado de conclusiones, reflexiones y alternativas.

El capítulo I es un breve ejercicio del estado del arte. Se abordan los conceptos gestión del agua, el manejo del agua y el metabolismo social (y rural), así como los debates generales, todo ello expresado bajo el paradigma de la sustentabilidad (Foladori y Pierri, 2005). Para ello, se estableció la siguiente pregunta: *¿Cuál es el estado actual de la gestión y manejo del agua en México, y cómo a partir de él se puede plantear un problema de investigación considerando los avances de conocimiento?* En respuesta, se encontró que existe una vasta producción acerca de la gestión del agua, resultado de la preocupación de académicos desde las Ciencias Sociales y Humanidades que han avanzado para comprender la crisis hídrica en México.

Sobre el concepto de manejo del agua se percibió menor aporte académico (más bien la producción de manuales desde el Estado), surgiendo dudas sobre su definición. Por ello, se justifica la categoría de *metabolismo social* para dar contenido robusto al concepto de manejo del agua, desde la categoría de *trabajo* en Marx, y, además, poder reconocer la ruta del agua en la cuenca hidrológica. Además, se revisó la producción académica sobre el metabolismo rural, encontrando dos vertientes generales. La primera que aborda la contabilidad de flujos de materia y energía, y la segunda, que se centra en el análisis de las relaciones sociales. Ambas visiones son un referente que se retoma hasta cierto punto para estudiar la relación *agua-agricultor*, aunque se intenta enfatizar en la perspectiva crítica.

En el capítulo II se abordan el manejo y la gestión del agua en el enfoque de la sustentabilidad, con apoyo del metabolismo social. Lo central es exponer la relación *agua-agricultor*, desde la práctica agrícola campesina, resaltando al ser como *sujeto vivo necesitado* que despliega su fuerza de trabajo para añadir valor al agua. El concepto de *procedimientos hidroútiles* (PHU) es una referencia para explicar la acción del trabajo sobre un recurso que no tiene valor (Veraza, 2007a). Además, se subraya la naturaleza del agua como satisfactor, valor de uso y valor de cambio, manifestaciones materiales que surgen del proceso metabólico. Finalmente, se recuperan algunos conceptos básicos para

explicar la gestión del agua, o la dimensión política. Todo lo anterior con base en autores de orientación crítica. En ese sentido, se discute acerca de las racionalidades que definen el manejo y gestión del agua, a propósito de reflexionar sobre la visión mercantil y la visión del agua como recurso para la vida, ambas en conflicto. Y, por último, la racionalidad campesina.

En el capítulo III se relata el camino recorrido hasta definir el objeto de estudio con el apoyo de los diferentes actores del Distrito de Riego 020 (DR020) y el MRIII. Se caracteriza la unidad de estudio, las variables, descriptores e indicadores, y algunas herramientas de orientación cualitativa como medios para la recuperación de información. Entre ellas, la entrevista a profundidad a actores internos y externos para profundizar sobre el manejo del agua durante la apropiación del agua, sin desvincularse del resto de momentos materiales. La estrategia de investigación se suscribe en la visión de la IAP (investigación acción participativa), una perspectiva flexible para abordar el trabajo con y para los agricultores, en calidad de *investigador-facilitador* (Geilfus, 2009). Por ello, también se comparten los alcances, las limitaciones y las experiencias del trabajo.

En el capítulo IV se aborda a los agricultores en el contexto de la cuenca del Lago de Cuitzeo, así como el manejo y la gestión del agua de los diferentes usuarios. Así también, se habla sobre las fuentes de agua y generación de la contaminación como problemática socioambiental donde los agricultores adscritos al DR020 desarrollan su labor agrícola. En un primer momento, se habla acerca de la descentralización de la gestión del agua de los noventas, proceso político que ha llevado a los miembros del módulo de riego a la administración de las aguas en bloque, en un escenario de crisis económica y ambiental. Por último, se abre un breve espacio para hablar de la necesaria reforma a la política hídrica que hoy día no ha sido resuelta desde que se definió el cambio en el artículo 4º constitucional. Los aspectos mencionados son parte del contexto en que se desarrolla el manejo y gestión, como niveles de proceso desde la perspectiva de sistemas complejos (García, 2006).

En el capítulo V se expresan los resultados de la investigación que se discuten en el marco de la sustentabilidad y el metabolismo social como hilo conductor. En este apartado, se da centralidad a los argumentos de los agricultores campesinos, quienes, desde sus particulares

percepciones y vivencias, exponen el trabajo como PHU que se despliega durante el manejo del agua hasta su parcela. Así como los términos de la gestión y manejo desde los procesos y datos oficiales de la CONAGUA. A partir de ello, se aborda la ruta del agua hasta el consumo y el mercado, de manera colateral. Además, se presenta un breve análisis climático, que también se suma con las experiencias del campesino y los argumentos del gobierno del Estado de Michoacán. Asimismo, se realiza una discusión de las controversias en torno a la gestión del agua de frente a la contaminación de las aguas, que implica la confrontación de los agricultores con diferentes actores de la cuenca, cada uno con una racionalidad distinta.

En el último apartado de conclusiones, se señalan los principales hallazgos del trabajo. Siguiendo los objetivos, preguntas e hipótesis de trabajo, se expresan los alcances, así como las limitaciones que se muestran como líneas de trabajo por explorar. Además, se buscó la reflexión ante ejercicio del poder por parte de los actores en la cuenca que manifiestan una perspectiva de mercado, y que aleja del derecho humano al agua para la vida rural (motivos de la pobreza hídrica). Finalmente, se consideran algunas reflexiones y alternativas de manejo y gestión para abordar el problema socioambiental, sujetas a discusión con la organización de productores, con las cuales se podría avanzar con la contaminación de las aguas, entre otras ideas de corte técnico como la *agroecología*.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES SOBRE LA GESTIÓN, EL MANEJO DEL AGUA, Y EL METABOLISMO SOCIAL (Y RURAL), EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD

Introducción

El estado del arte es “ir tras las huellas” de la producción científica en determinado campo del conocimiento como lo expresan Rojas Caro (Rojas, 2007; Caro *et al.*, 2005)⁸ (como se citó en Barbosa et al. 2013), lo que permite saber cuáles son las tendencias argumentativas sobre una temática específica del universo de conocimiento. Puede asumirse como “una investigación sobre la producción investigativa, teórica o metodológica” palabras de Uribe Gutiérrez (Uribe, 2004; Gutiérrez, 2012)⁹ (como se citó en Barbosa et al. 2013), y punto de partida para construir una propuesta conceptual dirigida a entender y construir un determinado problema de investigación.

El estado del arte es un trabajo que se renueva continuamente, ya que la producción científica es un quehacer cotidiano. Sin embargo, hay que realizar “cortes” debido a que el universo de conocimiento es vasto, para lo cual es necesario definir un tema de interés. En este caso el tema del *agua*, aunque el mismo puede abordarse desde diferentes perspectivas: como sustancia química, como fluido dinámico en la superficie de la tierra, como patrimonio cultural, agua como recurso de poder y control político, agua como recurso económico, entre otros. Por lo que también se pensó en otro recorte, distinto al convencional que desdibuja el contexto y lo convierte en un objeto aislado, como simplificación de la realidad.

⁸ Fuentes que no se encontraron durante la búsqueda y que se retoman textualmente del autor que los cita: (1) Rojas Rojas, Sandra Patricia (2007), “El estado del arte como estrategia de formación en la investigación”, en *Revista Studiositas*, vol. 2, núm. 3, pp. 5-25, disponible en: http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/1_64_el-estado-del-arte.pdf [Consultado: 11- 11-12]. (2) Caro Gutiérrez, María Angélica; Rodríguez Ríos, Alfonso; Calero, Coral; Fernández-Medina, Eduardo y Piattini, Mario (2005), “Análisis y revisión de la literatura en el contexto de proyectos de fin de carrera: una propuesta”, en *Revista Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación*, vol. 6, núm. 1, disponible en [http://www.dcc.uchile.cl/%7Emmarin/revista-sccc/sccc-web/Vol6/CCE SC08.pdf](http://www.dcc.uchile.cl/%7Emmarin/revista-sccc/sccc-web/Vol6/CCE%20SC08.pdf) [Consultado: 17-09-12].

⁹ (1) Uribe Tirado, Alejandro (2004), *Acceso, conocimiento y uso de las herramientas especializadas de internet entre la comunidad académica, científica, profesional y cultural de la Universidad de Antioquia. Etapa 1: Creación del modelo para recopilación y análisis de información*, disponible en: <http://docencia.udea.edu.co/investigacio-ninternet/contenido/depuracion.pdf> [Consultado: 20-09-12]. (2) Gutiérrez Loaiza, Alderid (2012), “Negociaciones de paz en Colombia, 1982-2009. Un estado del arte”, en *Revista Estudios Políticos*, vol. 40, pp. 175-200.

Para ello, se planteó la siguiente interrogante orientada a dos conceptos en particular: *¿Cuál es el estado actual de la gestión y manejo del agua en México, y cómo a partir de él se puede plantear un problema de investigación considerando los avances del conocimiento?*

En 2014 surge la inquietud de conocer el tema de la *gestión del agua*, que, desde hace algunas décadas atrás, comenzó a ser un concepto central en la política hídrica en México; la denominada GIRH (gestión integrada de recursos hídrico) se constituía como la base de la política del Estado, que proponía la participación social para resolver la crisis del agua, y planificar otras necesidades de manera integral.

La metodología GIRH era atractiva como primera aproximación para analizar el asunto político del agua, y otros aspectos particulares que permitían integrar a diferentes actores de la comunidad para el diálogo del agua; sin duda, era una curiosidad que se ha fijado más con el paso del tiempo. No obstante, una corriente de pensadores opuestos a la GIRH, argumentaban que esta postura no hacía visibles temas más sensibles, de conflictos sociales por el acceso al agua entre intereses privados y comunidades rurales, por ello se buscó incorporar estos debates a la reflexión.

Así, el marco de referencia sobre la gestión del agua se fue ampliando conforme la lectura. Ya no era sólo el ciclo de la GIRH que, con la buena voluntad entre actores políticos se iba a resolver la crisis hídrica, sino que se hacía ya evidente la intervención de instituciones bancarias que definían los proyectos del agua, incentivando la participación privada, junto con el recorte presupuestal de las municipalidades que medianamente otorgan los servicios de agua y saneamiento. Se incorporaban debates sobre la debilidad de la política hídrica y sus normas, que promovía la mercantilización del agua (naturaleza), bajo el supuesto de que era el camino para hacer eficientes los servicios del agua. El marco de referencia acerca del concepto de la gestión del agua claramente partía de dos perspectivas: *la visión del mercado* y *la visión crítica*.

Para organizar el estado del arte se tomó en cuenta los grados de sustentabilidad que expone Pierri (2005) (como se citó en Jiménez 1997, pp. 68-70), con el propósito de ubicar el *grado de sustentabilidad* de las corrientes de pensamiento que abordaban la gestión y manejo del agua. Luego, se plantea abordar ambos conceptos en función de la visión crítica al mercado y se propone el concepto de *metabolismo social*, el cual se origina en el

pensamiento crítico. Toledo (2013) lo retoma para construir un marco categorial de análisis específico que explica la relación *naturaleza-hombre*, de cruce interdisciplinario entre las ciencias sociales y las ciencias naturales, una necesidad desde el punto de vista de la sustentabilidad.

El concepto de metabolismo social es apropiado para explicar y dar contenido a la gestión y manejo del agua, porque define una *dimensión inmaterial* y una *dimensión material*; la primera para referirse a aspectos intangibles como la política, el mercado, las reglas sociales, entre otros, y la segunda expone un proceso material de apropiación de recursos naturales, hasta que los residuos del proceso retornan al ambiente. Esta idea se considera una pequeña contribución que podría compensar el desorden o vacío conceptual percibido sobre el manejo del agua.

Por su parte, la gestión del agua ha sido suficientemente estudiada en los últimos tiempos. Se entiende como un proceso político (parte inmaterial del metabolismo) que lleva a conflictos sociales entre actores sociales por el acceso y control del agua (Ávila, 2003), por lo que se constituye como una fuente de conocimiento sustantiva para entender la crisis hídrica en México, que se aborda desde las ciencias sociales y humanidades. No obstante, se ha dejado un poco de lado el concepto de manejo, el cual requiere ser explicado como dimensión material, que no debe separarse de la dimensión política, ya que son prácticas indisolubles e interdependientes.

Considerando el metabolismo social como fundamento categorial, se amplía el estado del arte para conocer qué trabajos se han elaborado. Toledo (2013) sostiene que los estudios sobre metabolismo social se han orientado en el aspecto material, a través del cálculo de flujos de materia y energía, dejando de lado los aspectos inmateriales que originan dichos flujos. Tomando en cuenta que las formaciones académicas son disciplinarias, es justificable “cortar” los objetos de estudio dependiendo de las capacidades y herramientas para abordar una temática. No obstante, esta visión parcelada de generar conocimiento resulta insuficiente para comprender la crisis hídrica, por lo cual hay necesidad de acercarse al diálogo de saberes como afirman diversos autores de la corriente sistémica o de complejidad.

En ese sentido, el esfuerzo que se hace en este trabajo, es conjuntar ambas dimensiones, intentando cruzar conceptos de las ciencias sociales y ciencias naturales, asimismo de la *técnica*, y que en años recientes se ha promovido más a partir de la crisis ambiental, pero con deficiencias conceptuales del campo de las ciencias sociales. Por otro lado, quedaba pendiente acotar más el problema de investigación, pues se pensó en un primer momento abordar la gestión y manejo del agua a una escala amplia (Cuenca del Lago de Cuitzeo o Michoacán), pero era un objetivo complejo y poco factible por cuestión de recursos y tiempo.

La dificultad de abordar una escala tan amplia llevó a pensar en la dimensión social para acotar el problema de investigación. Ya había una inquietud previa sobre la *contaminación del agua*, y de haber observado que la visión técnica no contribuía a aminorar la crisis, sino que sólo se creaba un mercado nuevo a partir de una necesidad básica, el saneamiento del agua. En ese sentido, y observando la CLC y el Río Grande Morelia, se decide un acercamiento a los agricultores de la cuenca baja, quienes regaban con aguas negras. Asimismo, el interés viene por el hecho de que, aguas arriba de la zona de riego, se instala en 2007 una planta de tratamiento de aguas residuales, bajo el supuesto de que contribuiría a mejorar la calidad de agua para el riego. Ya habría un motivo más para definir el objeto de estudio.

Así, el estado del arte se centró en aquellos trabajos producidos en esta zona agrícola en la cuenca del lago de Cuitzeo, explorando la relación *agua-agricultor*. Se encontraron esfuerzos académicos que explicaban parte de la crisis por la contaminación.

En resumen, el presente estado del arte reconoce los textos que explícitamente hablan de la gestión y manejo del agua, metabolismo social, agua y agricultores, y cuenca del lago de Cuitzeo, como palabras clave de búsqueda. Se consideran también artículos sobre la creciente privatización del servicio de agua, los conflictos por el agua, y experiencias sobre el manejo comunitario, entre otros, que, aunque no explícitamente se refieran a las palabras clave son estudios que describen el tema de interés, y son literatura para ampliar la comprensión del problema de investigación.

Se encontró literatura con mayor énfasis en la participación de los ciudadanos en los asuntos del agua, y de manera particular de poblaciones vulnerables a la política hídrica

actual, como el caso de los agricultores del valle Morelia-Queréndaro. En general, se ha identificado un *enfoque social, crítico y de complejidad*, y otros en la perspectiva de la *teoría económica neoclásica* con base en la eficiencia, y en la técnica “al final del tubo”. El interés para este trabajo se inclina por la inclusión de autores de la corriente de pensamiento crítico y sistémico que contribuyen a explicar la relación *agua-agricultor*, que posteriormente se amplía en el capítulo teórico.

La exposición del estado del arte se divide en cinco partes generales: el marco de la sustentabilidad, la gestión del agua, el manejo del agua (y la noción de cuenca), metabolismo social, y rural (*agua-agricultores*). No se pretende agotar aquí las fuentes de información recolectadas, pero sí señalar los trabajos que a juicio personal son los más significativos en los últimos tiempos (enfaticando en el periodo de la descentralización de la gestión del agua en México de los años noventa), y que fueron útiles para la construcción del marco teórico-metodológico de la sustentabilidad. El capítulo es una exposición general y de breve narrativa, con la intención de que el lector recurra a cada una de las fuentes de su interés para que amplíe el estado de la cuestión.

1.1 El marco de la sustentabilidad

A partir de la crisis ambiental del siglo XX surge el interés por abordar la sustentabilidad desde distintas perspectivas o disciplinas de la Ciencia. Desde entonces, se han presentado diferentes debates sobre el tema, que se aterrizan en una perspectiva que busca armonizar la relación entre el hombre y la naturaleza. En su concepción más general, se espera el equilibrio entre las dimensiones económico, social y ambiental, aunque para ello hay varios caminos teóricamente hablando. No es propósito definir la génesis, lo que interesa es ubicar algunos planteamientos generales e identificar el estado del arte sobre el estudio del agua.

El concepto de sustentabilidad se puede comprender a través del estudio de las diferentes corrientes de pensamiento ambientalista que se clasifican de acuerdo a distintos *grados de sustentabilidad*, orientándose hacia el antropocentrismo o hacia el ecocentrismo de manera general, algo así como el espectro visible de luz. La idea de los autores fue recuperar algunos debates en la historia que han llevado hacia la construcción del marco de la sustentabilidad, desde las corrientes ambientalistas que han buscado exponer la crisis ambiental, y proponer alternativas que han servido para marcar la agenda mundial. No

obstante, cada pensamiento manifiesta aspectos divergentes entre ellas, motivo por el cual no puede haber una sola concepción de la sustentabilidad.

Dentro del pensamiento ambientalista, se manifiestan tres corrientes en disputa. La primera es la ecologista conservacionista o *sustentabilidad fuerte*, por ejemplo la *economía ecológica*, la cual considera los flujos de materia y energía en la economía, así como la entropía (tercera ley de la termodinámica); la segunda es el ambientalismo moderado o *sustentabilidad débil*, como es la economía ambiental, la cual emplea los instrumentos de la teoría neoclásica o keynesiana, para la valoración de externalidades o la intervención del Estado, respectivamente; y la corriente humanista crítica que abarca al anarquismo y el marxismo, en la que se da un mayor énfasis al aspecto social, un criterio que se diferencia de las anteriores (Pierri, 2005).

Además de estas corrientes, se encuentran dos más, la sustentabilidad muy fuerte y muy débil (Ilustración 1). Representan las posiciones extremas de la economía ecológica y de la economía neoclásica (o Cornucopianos); en contra del crecimiento económico, y otra a favor totalmente del mismo, respectivamente. La sustentabilidad débil emplea la contabilidad monetaria convencional como el PIB, mientras que la sustentabilidad fuerte abarca todos los recursos haciendo una valoración dependiendo de su importancia ecosistémica. Sobre la ponderación fuerte o débil, es claro que se atribuye mayor fortaleza a los enfoques que van hacia el ecocentrismo, por el hecho de que el hombre es un elemento más de la biósfera, y no quien deba seguir dominando al resto de las especies no humanas, flora y fauna.

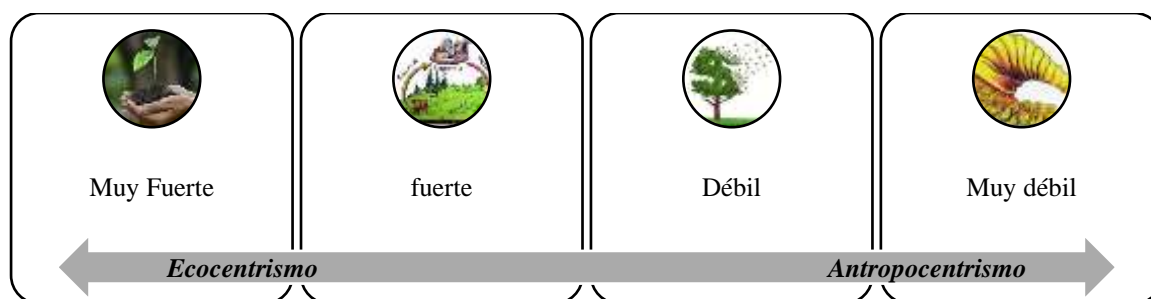


Ilustración 1. Grados de la sustentabilidad. *Nota.* Fuente: Esquema de Pierri (2005, p. 72), modificado.

Las posturas hacia el antropocentrismo se fundan en su origen en la dominación del hombre sobre la naturaleza, pero han intentado incorporar el debate de la crisis ambiental, sin reconocer que de ese pensamiento ha venido la crisis ambiental y socioeconómica. La

explotación de los recursos naturales para satisfacción de necesidades, falsas o legítimas, hacen de esta línea una corriente débil que debe superarse o moderarse en su aplicación. La idea de que el hombre domine la tierra debe ser transformada a una concepción de mayor responsabilidad, ya que de todas las especies de la biósfera el hombre es un ser capaz o incapaz de hacerlo posible.

Es importante reconocer cada una de las corrientes de manera general, pero más aún profundizar en los planteamientos que dan contenido a las mismas, ya que existen puntos de vista que chocan entre sí. Por ello, el enfoque de la sustentabilidad no puede adjudicarse a una sola postura, independientemente si se logra o no el objetivo de conservación ambiental. En segundo lugar, subrayar que estas corrientes se originan en disciplinas como la economía y la biología principalmente, y que, a su vez, para el caso de la economía, hay dos grandes marcos de referencia en controversia, la neoclásica y la economía política. De hecho, la sustentabilidad viene de la idea de sostenible en el tiempo, desde el punto de vista económico que incorpora lo ambiental; *self-sustained economic growth* (crecimiento económico autosostenido o autosostenible).

De este planteamiento, y otros como el maltusiano, surge el concepto de *desarrollo sustentable* en el informe Brundtland (1987), una visión desarrollista que supone la compatibilidad entre el crecimiento económico y el cuidado del ambiente; se basa en un desarrollo que pueda satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades. Esta concepción se ha adaptado a los planes de gobierno en México desde su publicación, no obstante, el objetivo de preservar los recursos naturales aún es un horizonte lejano. La hipótesis es que la perspectiva de sustentabilidad se ha fundado en la concepción *débil* y muy débil en los hechos, no superando la sobreexplotación y degradación de la naturaleza, ya que la vida se ha mercantilizado.

Para tratar de superar esa noción, se retoma el siguiente planteamiento para abordar el tema del agua, “el principio de la sustentabilidad implica que cada intervención en el ciclo hidrológico tiene que tomar en cuenta la capacidad de renovación y/o regeneración de los ecosistemas hídricos y el resto de ecosistemas y formas de vida asociados a estos” (Arrojo et al., 2006, p.21). Además “la conceptualización del agua como recurso (económico) (...)”

profundamente arraigada en la conciencia de nuestra sociedad, ...impide a menudo entender el valor de los ecosistemas acuáticos y del ciclo hidrológico en toda su amplitud, con sus diversas funciones y utilidades” (Arrojo et al., 2006, p. 22).

En la Ley de Aguas Nacionales (LAN), la sustentabilidad retoma a Brundtland:

En materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras (SEMARNAT y CONAGUA, 1992, p. 5).

A pesar de declararse la sustentabilidad, no es más que un adjetivo sin sentido ni alcance en la práctica política. Naredo (1997) realiza una crítica interesante sobre el concepto *sostenible* en su ensayo “Sobre el origen, el uso, y el contenido del término sostenible”, por el hecho de que es un referente que se ha vuelto de moda a partir de Brundtland, el cual se emplea para adjetivar prácticas sociales, una política pública, una política de desarrollo, e incluso enfoques académicos, pero sin una reflexión profunda de lo que implica la sustentabilidad. Por ello, en el presente capítulo se recuperan algunos trabajos de investigación que, de alguna manera, explícita o no explícita en su discurso, entran en el marco de la sustentabilidad; de cómo se abordan los objetos de estudio sobre el agua.

En la tabla 1 se muestra una matriz de los enfoques teóricos o disciplinas híbridas que han contribuido al debate ambiental. Además de las perspectivas ya mencionadas, se incorporan otras que se han identificado en el estado del arte de manera recurrente, y que muchas de ellas comparten ideas para la interdisciplina, a las cuales se pondera un grado de sustentabilidad de acuerdo a su alcance reflexivo, no obstante, está sujeto a más opiniones y criterios que se pueden desglosar en otro momento. De ellos, se destaca el pensamiento crítico, que es la corriente opuesta a la economía neoclásica, y que además tiene gran alcance en la literatura que aborda el tema del agua como se podrá observar.

En resumen, el marco de la sustentabilidad es un abanico de posibilidades o grados donde se insertan diferentes corrientes de pensamiento ambientalista. No es posible definir un solo marco de la sustentabilidad por el hecho de que varias disciplinas (híbridas) de las ciencias contribuyen con conceptos, metodologías y otros instrumentos para acercarse a comprender la crisis ambiental, y así, proponer alternativas. Es necesario identificarlas en general,

aunque declaren o no el adjetivo *sustentable*; aun así, se puede construir un estado del arte si se busca contribuir al debate de lo ambiental y la crisis. A continuación, se presentan los conceptos de interés, *gestión y manejo del agua*, así como la corriente teórica por la que se decide abordar el objeto de estudio en los siguientes capítulos.

Tabla 1. Corrientes de pensamiento ambientalista y grados de sustentabilidad.

Corrientes de pensamiento ambientalista y grados de sustentabilidad				
Grado de Sustentabilidad → / Enfoque Teórico o Disciplina	Muy Fuerte	Fuerte	Débil	Muy débil
Economía neoclásica				xx
Economía ambiental			x	x
Técnica (ingeniería)		x	x	x
Administración		x	x	
Hidrología, climatología		x	x	
Economía ecológica	x	x		
Institucionalismo (Ostrom)		x		
Metabolismo social (crítico* o positivista)	x*	x		
Perspectiva de género		x		
Pensamiento crítico	xx	x		
Sistemas y complejidad	xx			

Nota. Elaboración propia con base en Pierrri (2005, p.72) y revisión del estado del arte.

1.2 La gestión del Agua

El concepto de gestión del agua fue la primera inquietud de investigación antes de consultar más a fondo la literatura. Es una referencia recurrente en los planes de gobierno que se desprende de la política hídrica en México. En la Ley de Aguas Nacionales (LAN), Art. 3 (XXVIII) se define de la siguiente manera:

Proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan para lograr el *desarrollo sustentable* en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, (1) el control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, por ende su distribución y administración, (2) la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y (3) la preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al medio ambiente. La gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental del agua (SEMARNAT y CONAGUA, 1992, p. 6).

Además, la misma LAN contiene otro concepto de gestión, que argumenta la necesidad de que el agua y otros recursos naturales (forestales) deben integrarse para alcanzar la sustentabilidad, y que hoy día sigue siendo la base de la política hídrica (Art.3 XXIX; Art.14 BIS 5, II):

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH): Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con estos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque (SEMARNAT y CONAGUA, 1992, p.6).

Ambas definiciones se basan en la propuesta de desarrollo sustentable de Brundtland (1987), como discurso que busca la integración de las dimensiones social, económica y ambiental; el IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) era uno de los espacios donde había una amplia participación de promotores internacionales para aterrizar ese enfoque, como la GWP (Global Water Partnership), la cual sostenía que la GIRH era una alternativa factible para enfrentar la crisis hídrica en México y en el sur de América. No obstante, existen algunos conceptos como la *maximización*, proveniente de la literatura neoclásica, que responde a un enfoque de sustentabilidad débil o muy débil. Además, la *técnica* es uno de los brazos principales de la política hídrica, reconocido como optimismo tecnológico, en el supuesto de que la ciencia y tecnología nos librarán de la crisis hídrica.

Otro aspecto, por ejemplo, es que el ejercicio del poder se declara centralizado cuando dice que “la gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental del agua”, y contradictoriamente la GIRH habla de participación social, aunque realmente en los hechos está ausente. Además, se aborda la descentralización del agua, una política para reducir el gasto del Estado en el rubro hídrico, llevando a la liberalización paulatina de los servicios públicos, lo que también se corresponde al pensamiento neoclásico; dejar que las fuerzas del mercado actúen de manera libre para la asignación eficiente de los recursos como el agua; menos Estado y más mercado (capitalista).

Por tal motivo, entre otros, existe la crítica académica a dichos conceptos, pues se reconoce una concepción mercantilista del agua, escondida en un discurso ambientalista débil o muy débil, misma que difícilmente puede resolver la crisis ambiental, ya que de ella ha surgido el problema. En contraste, existen ejercicios académicos que suponen un gran valor a dicho

enfoque de la gestión, pero son aproximaciones limitadas, alejadas de los debates de las Ciencias Sociales y Humanidades, ya que son trabajos de disciplinas afines al pensamiento economicista o instrumental, como la administración, contabilidad o las áreas de la ingeniería, no por ello son menos valiosas, simplemente el marco crítico no es parte de la formación académica.

Así que, el concepto de gestión desde el Estado justifica muy bien el proceder o ejercicio del poder con respecto a los recursos naturales, y en particular con el agua. En sus bases se reconocen diferentes puntos que insisten en dar un valor económico al agua, como por ejemplo los bancos de agua, el traspaso de derechos entre particulares, largas concesiones en el tiempo para la explotación de las aguas (principalmente para inversionistas extranjeros), entre otras características que restan volumen de agua para el desarrollo local. La GIRH no aborda los conflictos asociados a grandes obras de infraestructura, como si no existieran.

Mollard y Vargas (2009) cuestionan la factibilidad de implementar la GIRH, así mismo las bases teóricas de la cual surge. Concluyen que esta propuesta tiene rasgos de un enfoque tecnocrático, que, a su juicio, es una doctrina y algunas de sus interpretaciones pueden ser peligrosas. Los autores no rechazan la administración ni la necesidad de lograr políticas públicas del agua que sean factibles de acuerdo a los principios de sustentabilidad, pero declaran que la vía tecnócrata y “apolítica” de la GIRH es inadecuada.

Existen otras contribuciones críticas sobre el concepto de la gestión, desde administración. Este se aborda de manera general, no necesariamente sobre un recurso natural en particular, sino desde la perspectiva de las organizaciones a cargo de la administración de lo público o privado. Lo interesante en esta área de las Ciencias que se reconoce posiciones a favor, y en contra, uno de los principales debates en la gestión del agua: si éste debe estar en manos de la iniciativa privada o debe seguir siendo administrada desde el Estado. Se analiza el hecho de que poco a poco se ha venido consolidado una administración que busca procesos más eficientes, aunque no necesariamente adecuados desde la visión crítica.

La gestión pública se ha transformando y actualmente se habla de la Nueva Gestión Pública (NGP), que se consolida desde los ochentas. Según Chica (2011) es una propuesta encaminada a desplazar el burocratismo y la baja eficiencia de los procesos de las

organizaciones. En contraste la NGP, que surge de un enfoque privado lucrativo, pone en frente lo privado, el individualismo y la rentabilidad, para poner fin al burocratismo. Estos aportes teóricos también provienen de la teoría económica neoclásica, privilegiando una *nueva racionalidad administrativa*; los principios de esta racionalidad se basan en la noción de éxito en los términos de la institución-mercado, es decir un mediador entre el Estado y la sociedad.

Arellano y Cabrero (2005) consideran que la NGP es un fenómeno por reflexionar debido a que tiene consecuencias empíricas importantes que deben ser analizadas con cuidado. Es decir, gobiernos en todo el mundo están redefiniendo sus estructuras con base en este enfoque organizacional para abordar los problemas sociales (y ambientales), y no necesariamente el NGP es una herramienta neutral que deba adaptarse a cualquier contexto, ya que se debe pasar por una discusión profunda de los principios de *justicia y equidad*, dos elementos que importantes para el debate de la gestión del agua desde el punto de vista jurídico y ético.

Arellano y Lepore (2006, pp. 3-4) se preguntan “¿Cuál es el carácter público de las organizaciones gubernamentales que se ha construido con las reformas impulsadas por esta versión de la NGP?” Esta interrogante lleva a la hipótesis de que el carácter público no existe o se va desvaneciendo, ya que se quiere limitar o anular la intervención del Estado (como “guardián de los bienes comunes”), a favor de la *racionalidad utilitarista*. Pradilla (1996) argumenta que es necesaria una nueva política social para superar la crisis del neoliberalismo, que tiene que ver con el fortalecimiento del mercado interno perdido. Como es posible observar, la noción de gestión está sujeta a dos posiciones en controversia, que convergen con los grados de la sustentabilidad si se quiere analizar lo ambiental.

En ese sentido, la literatura sobre la gestión del agua recurre a la crítica del Estado en su forma de administrar las aguas. Una vasta producción de artículos se ha publicado desde la descentralización de la gestión del agua en los noventas, justo en la entrada del TLCAN. No cabe en este corto espacio para desarrollar todo el trabajo encontrado, lo que se puede resaltar es una enorme preocupación de la academia por visibilizar la sobreexplotación y contaminación de las aguas, así como la necesaria incorporación de la sociedad civil en la toma de decisiones para definir la *apropiación social* de las aguas, ya que megaproyectos

transnacionales han desplazado infinidad de poblaciones rurales campesinas e indígenas. Así, la noción de gestión toma un sentido político aún pertinente a la fecha.

La corriente actual de pensadores que abordan la gestión del agua, se ubica en la perspectiva de la sustentabilidad fuerte y muy fuerte (en disciplinas como la sociología, la antropología social, o la economía política), por algunas razones (Ver Tabla 2). En primer lugar, la crítica al Estado y sus instrumentos; la idea de llevar la gestión únicamente de manera técnica hace imposible resolver la crisis hídrica, que tiene que ver con la excesiva centralización del poder, y en consecuencia escasa participación social. En segundo lugar, visibilizar las afectaciones a poblaciones enteras para el acceso en cantidad y calidad del agua, así como de la destrucción de las funciones ecosistémicas. Existen estudios de caso que tratan las vivencias de poblaciones, y de cómo su entorno de vida se ha transformado hacia uno en crisis; ahí el fracaso de los planes hacia el desarrollo sustentable.

Tabla 2. Algunas lecturas sugeridas acerca de la gestión del agua.

<i>Título</i>	<i>Autor(es)</i>
El uso del agua: un enfoque crítico de la relación población-ambiente- recursos.	(Vargas, 1998)
Agua, cultura y sociedad en México.	(Ávila, 2002)
La gestión popular del agua: Respuestas locales frente a la globalización centralizadora.	(Barkin, 2003)
Oro azul/ Blue gold: Las multinacionales y el robo organizado del agua/ The multinationals and the organized stealing of wáter.	(Barlow y Clarke, 2004)
Del gobierno a la gobernabilidad de los recursos hídricos en México.	(Chávez Z., 2004)
La gota de la vida: hacia una gestión sustentable y democrática del agua.	(Arrojo et al., 2006)
La gestión del agua urbana en México: Retos, debate y bienestar.	(Barkin, 2006)
La gestión integrada de agua: una crítica social.	(Mollard y Vargas, 2009)
Agua y transnacionales: una historia de ganancias exitosas.	(Montero, 2008)
Innovación tecnológica, cultura y gestión del agua: nuevos retos del agua en el Valle de México.	(Montero, 2009)
La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas - Tomo II.	(Vargas et al., 2009)
Las luchas por la justicia del agua en Latinoamérica: alternativas públicas y "público-sociales".	Spronk, Crespo, y Olivera (2012)
La construcción social de la escasez de agua: Una perspectiva teórica anclada en la construcción territorial.	(Padilla, 2009)
Las guerras del agua. Privatización, contaminación y lucro.	(Shiva, 2013)
Gestión pública y social del agua en México.	(Pérez C., 2014)
Las guerras globales del agua: privatización y "fracking"	(Jalife-Rahme, 2015)
Hacia una ecología política del agua en Latinoamérica.	(Ávila, 2016)

Economía y política del agua.	(Veraza, 2007a)
Lucha por el agua y la energía: la lucha proletaria.	(Veraza, 2007b)

Nota. *Elaboración propia con base en la revisión del estado del arte.*

Leff & Dan (2012) sostienen que la gestión del agua es un “montaje de un sistema racional del agua”; es decir un sistema de valoración y apropiación técnico-económico que se extiende al manejo económico de las grandes represas hidroeléctricas, por ejemplo. En el proceso de apropiación económica de este recurso han surgido los -gestores del agua-, “personajes del *establishment* del agua que pretenden la apropiación privada de los ecosistemas, de los que dependen los ciclos naturales y los procesos de renovabilidad del agua” (pp.15-16).

Spronk, Crespo, y Olivera (2012) insisten que es necesario recuperar el agua y tratarla como parte de los bienes comunes reforzando la participación de la comunidad en la gestión del agua, de acuerdo a los principios *conservacionistas* (sustentabilidad muy fuerte). Si los ecosistemas del planeta gozan de buena salud es posible soportar una mejor actividad económica, una responsable y sostenible, que podrá incrementar la prosperidad de sus ciudadanos, lo cual será posible si se respeta la forma en que la naturaleza ha distribuido el agua, evitando alterar, adaptar y controlar los sistemas de agua a nuestras “necesidades”.

La perspectiva crítica ha sido de alguna manera la guía de los planteamientos sobre la gestión del agua en las últimas décadas, que básicamente tratan el tema de la apropiación y excreción de las aguas. Como resultado, se proponen dos conceptos desde la ciudadanía organizada, que integra académicos críticos, estudiantes, y poblaciones afectadas (Propuesta ciudadana - Ley General de Aguas, que sustituiría la Ley de Aguas Nacionales), la cual incorpora la noción de *cuenca* como referente territorial donde convergen las aguas superficiales y subterráneas, asimismo el riesgo de eventos climáticos adversos, que son parte de una visión sistémica y de complejidad (sustentabilidad fuerte), y nos dan más pistas de cómo ir abordando la gestión, lejos de la actual centralización de poderes:

Gestión Integral de Cuencas: Proceso colaborativo y planificado a través del cual se busca comprender la compleja interacción entre las aguas pluviales y superficiales, los suelos, los ecosistemas, los asentamientos y actividades humanas y los flujos subterráneos locales y regionales, con el fin de consensuar, ejecutar y evaluar programas de acción que restauren y

mantengan los servicios ecosistémicos y flujos subterráneos requeridos para contar con agua de calidad para las actuales y futuras generaciones.

Gestión Integral de Riesgos Hidrometeorológicos: El conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos que podrían generarse por fenómenos hidrometeorológicos, que involucra a los tres niveles de gobierno, así como a la ciudadanía, dirigido a combatir las causas estructurales de los desastres y fortalecer la resiliencia ambiental o la resistencia de la sociedad (Moctezuma Barragan s.f.).

Dichos conceptos son un referente fundamental del cual se construye el concepto del presente trabajo. Los mismos son contrapropuesta a la iniciativa de reforma a la LAN por parte de la CONAGUA en el 2012, llamada Ley Korenfeld, en la que la GIRH continuaba siendo la base de la política hídrica, y en la que es evidente que mantener el equilibrio ecológico está luego del bienestar económico (en pocas manos): “Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Proceso coordinado y sustentable del sector hídrico que permite maximizar equitativamente el bienestar social y económico sin comprometer el ambiente” (GWP, 2011).

En síntesis, el concepto de gestión del agua se aborda desde el campo político (y políticas públicas), relativamente distinto al enfoque de la administración antes comentado, pero que coinciden en la necesidad de impulsar la democracia y fortalecer el servicio público de los recursos hídricos, lejos de la visión neoclásica. Sin embargo, durante la revisión de la literatura quedaban dudas sobre el marco teórico por cual dirigir dicho concepto; había conceptos similares como la *hidropolítica*, la *governabilidad*, la *governanza*, y eso implicaba entrar a otros debates que no estaban contemplados. Por ello, y manteniendo la perspectiva crítica, dicho concepto se fundamentó con las categorías de Enrique Dussel sobre la política, que permitirían analizar el ejercicio del poder en materia hídrica en algún caso concreto, reconociendo el origen del poder político, como primera aproximación.

También se identificó el marco *institucionalista* de Elinor Ostrom para el gobierno de los bienes comunes. Es una propuesta teórica-metodológica que trata la complejidad del manejo de los recursos de uso común como el agua, por parte de instituciones formales y no formales, que bien se acopla a aquellas organizaciones en resistencia con reglas y sanciones en construcción. Se habla de la acción colectiva y *autogestión* como una alternativa a la manera en que el Estado ha ejerciendo el poder. Ostrom señala que las

organizaciones pueden lograr administrar sus recursos por sí mismas, una tesis que choca con la concepción de que sólo el Estado puede administrar de manera más eficiente los recursos sin reconocer las diversas formas comunitarias de manejo, aunque hay experiencias que rompen con este paradigma dominante.

Elinor Ostrom planteó 8 principios de diseño básicos (Walljasper, 2011):

1. Límites claramente definidos.
2. Reglas de uso y disfrute de los recursos comunes de acuerdo a las condiciones locales.
3. Pláticas colectivas que permitan la participación de los usuarios en decisiones.
4. Control efectivo por parte de administradores que formen parte de o a quienes la comunidad pueda pedir responsabilidades.
5. Sanciones graduales para los usuarios que violen las reglas de la comunidad.
6. Mecanismos para resolver conflictos que sean accesibles.
7. Autogestión de la comunidad, reconocida por las autoridades.
8. En el caso de grandes recursos comunes, organización en varios niveles, con pequeñas comunidades locales en el nivel base.

Si bien, el marco institucionalista es una alternativa viable para analizar la gestión del agua, no se consideró para explorar el objeto de estudio por una razón; la organización que se decidió estudiar mantiene reglas y sanciones desde el Estado, con limitado margen de acción sobre los recursos hídricos, conflictos internos y escasa participación social. Además, la intención era continuar en el pensamiento crítico con los autores ya consultados, al cual se podrían incorporar otros autores que profundizan sobre la crítica al sistema capitalista como Veraza (2007a), por el hecho de que la perspectiva neoclásica alimenta teóricamente el modo en que la economía global se manifiesta para explotar más y de mejor manera la naturaleza y al hombre. De esta manera, la sustentabilidad fuerte y humanismo crítico llevaron al objetivo de construir el marco teórico.

Por último, y para cerrar este subtema, durante la revisión del concepto de la gestión del agua, paralelamente se encontró otro concepto correlativo: el manejo del agua. En el concepto de gestión del agua de la LAN se menciona el manejo, pero no se define en la ley. Por otro lado, en literatura se referían a ambos como sinónimos, lo cual significó confusión en lo personal. Por ello, se realizó una segunda revisión del estado del arte, tratando de encontrar la raíz, que en cierto modo se refería al uso del agua desde el punto de vista socioeconómico (manipulación), distinto a la concepción política de la gestión.

1.3 El manejo del agua y la noción de cuenca hidrológica

El segundo concepto que se consultó fue el *manejo del agua*. En la literatura se encontró menos información científica, comparado con la gestión, y eventualmente parecían sinónimos. Se identificaron artículos que vinculaban el manejo con la noción de cuenca hidrológica; en la política hídrica, la cuenca hidrológica es la unidad de referencia territorial para la GIRH. La idea es que, al incorporar la cuenca, se pretende “manejarla” o “gestionarla” de manera integral, incorporando los ecosistemas vinculados al agua. Para ello, se realiza un recorte geográfico y así, delegar responsabilidades (políticamente) a diferentes actores en la cuenca, delimitación que no coincide con la división político-administrativa.

Banco Mundial ha definido el manejo de cuencas como “el uso integrado de agua, tierra y vegetación en un área de drenaje geográficamente discreta para el beneficio de sus residentes, con el objetivo de proteger y conservar los servicios hidrológicos que la cuenca provee, y de reducir y evitar los impactos negativos aguas abajo y en el subsuelo” World Bank (como se citó en Moctezuma Barragan, s.f.).

También “la gestión de cuencas es vista como el medio para entretejer la corresponsabilidad en la toma de decisiones, es decir la gobernanza, con el fin de planificar e impulsar procesos de desarrollo equitativo” según World Bank y la OCDE (como se citó en Burgos y Bocco, 2015, p. 13). Los mismos autores realizaron una revisión breve de la historia del manejo de cuencas, y encuentran que éste surge por la necesidad de las dependencias gubernamentales de implementar políticas publicas, y así, atender grandes problemas a nivel nacional. Básicamente es una aportación desde la gestión publica, más que de la academia (según su impresión), lo cual se corresponde con la visión de la NGP. El hecho está en que existe una vasta producción de “literatura gris” fuera de los circuitos científicos, como material carece de certidumbre de contenidos, fuentes, autores y fechas. Esta situación movilizó a la comunidad científica para abordar la cuenca como un objeto de estudio, por ello, es posible encontrar avance en la producción científica (Tabla 3).

Tabla 3. Lecturas sugeridas acerca del manejo del agua (y cuencas).

<i>Título</i>	<i>Autor(es)</i>
Desarrollo económico regional: enfoque por cuencas hidrológicas de México.	(Barkin y King, 1979)*
El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental.	(Cotler, 2004)

Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago II.	(Durán J. et al., 2005)
Problemas Socio-Ambientales y Experiencias Organizativas en las Cuencas de México.	(Vargas y Mollard, 2005)
El manejo del recurso hídrico, ¿Escasez o un modelo de gestión inadecuado en México?	(Carrillo y Constantino, 2009)
Contribuciones para el desarrollo sostenible de la cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán.	(Bravo E. et al., 2012)
El concepto de cuencas hidrográficas y la planeación del desarrollo regional.	(Melville, 2006)
Gobernanza y manejo sustentable del agua.	(Capaldo, 2011)
Dimensiones sociales en el manejo de cuencas.	(Burgos, Bocco, y Sosa R., 2015)

Nota. *Elaboración propia con base en la revisión del estado del arte.*

Un poco atrás en la historia, el Estado Neoliberal estableció 13 Regiones Hidrológico-Administrativas, que a su vez se dividen en cuencas hidrológicas y subcuencas a lo largo del país. El *parteaguas* determina la división de espacios geográficos determinados por los flujos superficiales y subterráneos del agua. Esta ha sido la línea del enfoque de manejo por cuencas, que se relaciona directamente con la construcción de infraestructura como las presas, para impulsar inversiones en la agricultura y en energía hidroeléctrica. Carrillo y Constantino (2009) reportaron trabajos al respecto, por ejemplo, el caso de Tepalcatepec, El Fuerte, y el Papaloapan, siendo una estrategia para promover *el desarrollo regional* mediante proyectos de las cuencas hidrológicas, con aspectos económico y políticos.

Melville (2006) afirma que el “concepto de cuencas hidrográficas fue desarrollado por los geógrafos con el fin de describir, identificar y clasificar porciones de la superficie terrestre en las que ocurre una parte del ciclo del agua” (p.78)¹⁰. Por su parte, Dourojeanni, Jouravlev y Chávez (2002) comentan que el origen del concepto de *manejo de cuencas* se encuentra en las escuelas forestales en los Estados Unidos de América. Originalmente, el concepto tenía el sentido de “*manejarla*” o “*manipularla*” con el objetivo de regular las descargas de agua a través de la infiltración del agua, o bien, de la no infiltración para poder captarla y almacenarla para distintos fines, donde se enfatiza la necesidad de mejorar la calidad del agua, y no sólo la cantidad y tiempo de recarga. Claramente la concepción de manejo implicaba una perspectiva técnica y de trabajo.

¹⁰ El mismo autor señala que el origen del concepto se formuló a mediados del siglo XVIII por Philippe Bauche (p.80).

La cuenca se orientaba a ser una *captadora*, que luego evolucionó a otros niveles: la protección de los recursos naturales y mitigación de efectos naturales extremos, control de erosión, control de la contaminación, y más tarde pasar a los mejoramientos de producción forestal, agrícola, agroforestería, agrosilvopastoril. Ya más recientemente el concepto de manejo de cuencas se transforma al *manejo integrado de los recursos naturales* de una cuenca y la gestión ambiental integrada (Dourojeanni, Jouravlev, y Chávez, 2002).

Otros conceptos de manejo de cuencas son: 1) Es el *proceso complejo* que le da orden a un conjunto de acciones dentro de la cuenca hidrológica superficial (hidrográfica) o cuenca hidrológica subterránea, encaminado a lograr un desarrollo social y económico sostenibles en el tiempo, además de la protección del medioambiente” González, 2000 (como se cito en González Piedra, 2004, p.30). 2) Es el arte y la ciencia de manejar los recursos naturales de una cuenca, con el fin de controlar la descarga de la misma en *calidad, cantidad* y tiempo de ocurrencia. 3) Es el conjunto de *técnicas* que se aplican para el análisis, protección, rehabilitación, conservación y uso de la tierra de las cuencas hidrográficas con fines de controlar y conservar el recurso agua que proviene de las mismas. 4) Es una acción de desarrollo integral para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales de una cuenca, teniendo como fin la conservación y/o mejoramiento de la calidad medioambiental y los sistemas ecológicos. 5) Es la *gestión* en un sentido empresarial-social que *el hombre realiza* a nivel de cuenca para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenible, según Dourojeanni (citado en González Piedra, 2004, p.31).

Alguna definición de manejo se acerca a la concepción de gestión, lo que puede originar confusión, pero la diferencia más importante entre ambas es *el trabajo* de los diferentes usuarios de una cuenca para mantener sus sistemas de agua con diferentes niveles de técnica. Los consumidores del agua en la cuenca manejan un volumen de agua que el Estado les asigne o concesione, y, además, hay una estrecha interrelación entre ellos porque el agua de la cuenca fluye desde aguas arriba hacia la cuenca baja, por lo que la distribución equitativa en cantidad y calidad son diferenciadas. Sin embargo, la dinámica de la cuenca se ha transformado principalmente por los proyectos de las presas, y otras obras para la explotación de recursos naturales, alejándose de la sustentabilidad de las sociedades tradicionales.

No siempre fue así el manejo del agua. En torno a ello, Shiva comenta que, durante mucho tiempo, antes de la concepción de *progreso*, el agua era manejada por las comunidades, y el Estado no tenía el control como hoy en día; “en todo el mundo había sistemas complejos para preservar y repartir el agua que garantizaban su sustentabilidad y la ponían al alcance de todos. El control implicaba que el agua se manejaba localmente como recurso comunitario. Estos recursos basados en la comunidad todavía existen en los Andes, México, África y Asia. La gestión comunitaria (toma de decisiones) se deterioró cuando los estados asumieron el control (y manejo) de los recursos hídricos” (Shiva, 2013, p. 64).

El *manejo* del agua desde el punto de vista de los derechos consuetudinarios, un manejo que difiere de la concepción de modernización de los sistemas de abastecimiento del agua, donde el Estado es el principal (des)regulador. Los derechos de uso de agua son para ciertos usuarios que tienen el propósito de incentivar el crecimiento económico en ciertas regiones; capitales privados e inversiones inimaginables. Por esta razón se justifica la construcción de infraestructura de captación (presas) para la agricultura, la industria y la urbanización, preferentemente, que muchas veces afecta a comunidades rurales e indígenas.

La concepción de *manejo moderno* del agua implica límites territoriales que no coinciden, y por lo tanto el reto se vuelve complejo debido a que, en cada región, estado o país, hay límites administrativos, y a su vez, emerge la falta de claridad en la definición de competencias de las dependencias de gobierno, duplicidad de funciones (Dourojeanni, Jouravlev, y Chávez, 2002).

No obstante, las cuencas siguen siendo unidades territoriales para la gestión del agua por los siguientes criterios, que de manera textual se citan:

Las cuencas son las principales formas terrestres dentro del ciclo hidrológico que captan y concentran la oferta del agua que proviene de las precipitaciones;

Generan un grado extremadamente alto, y en muchos casos imprevisible, de interrelación e interdependencia entre los usos y usuarios de agua en una cuenca;

Constituyen un área en donde inter-dependen e interactúan, en un proceso permanente y dinámico, el agua con los sistemas físico (recursos naturales) y biótico (flora y fauna);

En sus territorios se produce la interrelación e interdependencia entre los sistemas físicos y bióticos, y el sistema socioeconómico, formado por los usuarios de las cuencas, sean habitantes o interventores externos de la misma (Dourojeanni, Jouravlev, y Chávez, 2002, pp. 8-9).

El manejo de las cuencas implica una perspectiva de acción social organizada para la sustentabilidad. Es decir, se busca un manejo que integre a todos los recursos dentro de la cuenca con las actividades humanas, con el propósito establecer relaciones armónicas, lo cual no se ha logrado, pero hay manera de construirlo. Chávez (2004), considera que “la posibilidad de gestionar y manejar integralmente una cuenca son inversamente proporcionales a su complejidad y su tamaño”, y que, “si bien es cierto que no siempre es posible actuar integralmente en una cuenca, en todos los casos se requiere construir y consensuar una visión común y compartida, una visión integral de la cuenca” (p.174, una visión sistémica y de complejidad, en la cual seamos conscientes de que todos somos agua, y que tenemos derechos a ella en justa medida, sin desplazar a nadie de ese derecho.

Shiva (2013) asegura que las iniciativas comunitarias han sido prácticas sostenibles. “Con los siglos, los sistemas indígenas para manejar el agua (agrícolas y pesqueros, por ejemplo) han dependido de conocimientos antiguos y evolucionado para convertirse en complejos sistemas que garantizan una distribución equitativa del agua”. Además, “los movimientos de conservación de agua demuestran que la verdadera solución a la crisis del agua radica en la energía, el trabajo, el tiempo, los cuidados y la solidaridad del pueblo. La alternativa más eficaz a los monopolios de agua es la *democracia del agua* (pp.134-135).

En resumen, el manejo del agua es un concepto estudiado desde la noción de cuenca (de origen en la geografía, y aterrizada a la perspectiva desarrollista), y que eventualmente puede usarse como sinónimo de gestión, lo cual debe ser aclarado; escasa es la literatura científica al respecto, más bien se encuentran textos de los planes de gobierno, por lo que se ha constituido un objeto de estudio de mayor interés. No obstante, algunos autores dan varias pistas para interpretar el manejo, y así, proponer un concepto que pueda ayudar a profundizar en ello. Entre las ideas que se rescatan son el *trabajo* y la *técnica*, elementos para aprovechar las aguas en la cuenca, y que pueden estar orientadas desde el Estado, o desde las prácticas ancestrales sostenibles en el tiempo, pero que se han venido desplazando con mega obras de captación del agua, lo que tiende hacia la concentrando poder.

El hecho de que el manejo del agua era un concepto por explorar aún, fue necesario abrir la búsqueda del estado del arte, hacia otros conceptos que permitieran comprenderla. Manteniendo la perspectiva crítica del marco de la sustentabilidad, se identifica el

metabolismo social, el cual se reveló como una alternativa viable para explicar lo que ocurre en la cuenca hidrológica, por el hecho de que el ser humano se apropia y excreta residuos a la misma cuenca, y, además, el agua toma diferentes manifestaciones materiales, un aspecto que no se considera en las ideas antes expresadas. Toledo (2013) fue el primer referente para construir una concepción de la cuenca como una totalidad, en la que ocurren múltiples flujos de materia y energía: *apropiación, transformación, circulación, consumo y excreción*.

1.4 El Metabolismo Social

En la literatura sobre la gestión del agua se había avanzado de manera sustantiva en explicar diferentes aspectos en torno al agua, más allá del concepto de gestión, como el tema de los derechos humanos, entre otros. Además, se abordan algunos momentos materiales del metabolismo, y de manera más amplia se trata la dimensión política, un aspecto inmaterial desde la perspectiva citada. En primer lugar, la apropiación (y consumo) de las aguas por parte de intereses privados, y las contradicciones del Estado por el deterioro de los ecosistemas acuáticos (excreción). Sin embargo, el avance en otros momentos como la transformación y circulación, era en menor medida, ya que suelen ser referentes que se estudian desde la economía en sus dos vertientes generales, la neoclásica y la política.

El concepto de metabolismo social es un marco que puede ubicarse en la perspectiva de la sustentabilidad fuerte, que permite dar un contenido robusto al concepto de manejo del agua. Tiene el potencial articulador entre diferentes disciplinas como la economía y la ecología, la hidrología, la política, entre otras como lo jurídico, a distintas escalas geográficas, dentro de la cual puede ajustarse la cuenca hidrológica y otras unidades de organización social; esta cualidad la convierte en una referencia pertinente para avanzar hacia la sustentabilidad. Además, al ser un concepto proveniente del pensamiento crítico en Marx, se da un espacio central para abordar lo social, ubicando la categoría de *trabajo*; una idea que se identificó anteriormente en el manejo de la cuenca hidrológica.

Toledo (2013), quien se basó en la tesis de Schmidt (1976), recupera el concepto para estudiar la relación entre los procesos naturales y los procesos sociales. El autor narra que el concepto estuvo “en estado latente durante décadas” hasta que algunos economistas

como K. Boulding y R. Ayres (finales de los sesentas), Marina Fisher-Kowalski (en 1997), Fisher-Kowalski (en 1998), Moscovici (en 1969), entre otros, abordaron el concepto con un énfasis para cuantificar los flujos de energía y de materiales, a tal grado que hay suficiente información de análisis estadístico para contabilizar los flujos de diferentes países como México, y entre países a manera de comparación. Esto ha servido para construir indicadores como la *huella ecológica* o la *apropiación humana de la producción primaria neta*. Y en otro extremo, pocos estudios detallan las relaciones de comunidades rurales, los cuales suponen avances muy relevantes (pp.45-47).

En la tabla 4 se enlistan algunos de los estudios de metabolismo social de autores antes mencionados, desde el enfoque de contabilidad de flujos, y desde el enfoque de las relaciones comunitarias (Toledo, 2013); en este último se incorpora el enfoque crítico, ya que en la revisión del estado del arte que se realizó se identificaron algunos trabajos que se alejan de la contabilidad de flujos. De esta manera, el estado del arte en Toledo (2013) se amplía con otros trabajos identificado, de los cuales de destaca el trabajo de tesis doctoral de Morales (2015), el cual se realizó en Morelia, una referencia de gran apoyo para el análisis del poder.

Tabla 4. Trabajos sobre el metabolismo social.

Enfoque de cuantificación de flujos de materia y energía		Enfoque de las relaciones comunitarias / Enfoque crítico	
<i>Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development.</i>	(Ayres, Robert U. y Udo Ernst Simonis, eds.,1994)	La importancia conservacionista de las comunidades indígenas de Bosawás, Nicaragua: un modelo de flujos.	(Cordón y Toledo, 2008).
Society's metabolism: on the childhood and adolescence of a rising conceptual star.	(Fischer-Kowalski, Marina,1997)	Social metabolism and labour in a local context: changing environmental relations on Trinket Island.	(Singh et al., 2001)
Society's metabolism: the intellectual history of materials flow analysis, part ii, 1970-1998.	(Fischer-Kowalski, Marina y Walter Hüttler, 1999)	Ecological knowledge and use of natural resources, are they related? A study case among tribal communities in Kodagu district (Karnataka, India).	(Grau-Satorras, 2010)
<i>El Metabolismo de la Economía Española: recursos naturales y huella ecológica (1955-2000).</i>	(Carpintero, 2005)	Adaptations of a Yucatec Maya multiple-use eco- logical management strategy to ecotourism.	(García-Frapolli, 2008)
Le marxisme et la question naturelle.	(Moscovici, 1969)	Subsidios y estrategias de producción campesina: el caso de Casas Blancas, México.	(Ortiz y Masera, 2008)
El metabolismo de la economía española. Flujos de energía, materiales y su incidencia ecológica.	(Carpintero y Naredo, 2007)	Marx's Ecology: Materialism and Nature.	(Foster, 2000)
El metabolismo hídrico y los flujos de	(Madrid y	The concept of social metabolism in	(Padovan

agua virtual. Una aplicación al sector hortofrutícola de Andalucía (España).	Velázquez, 2008)	classical sociology.	2000)
El metabolismo social del país Vasco desde el análisis de flujos de materiales.	(Arto, 2009)	Espacio, lugar y tiempo: la reapropiación social de la naturaleza y la construcción local de la racionalidad ambiental.	(Leff, 2001)
		Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza.	(Toledo 2008)
		Agua, poder urbano y metabolismo social.	(López 2009)
		Metabolismos, naturaleza e historia: hacia una teoría de las transformaciones socioecológicas.	(González de Molina y Toledo 2014)
		Imperialismo ecológico y la fractura metabólica global. Intercambio desigual y el comercio de guano/nitratos.	(Clark y Bellamy F. 2012)
		Flujos de agua y poder. La gestión del agua urbanizada en la ciudad de Morelia, Michoacán.	(Morales, 2015)
		Cambios en el metabolismo social y la generación de conflictos socioambientales en el Perú.	(Soupplet, 2019)

Nota. Elaboración propia con base en las citas de Toledo (2013) y revisión de otros autores.

Tanto el enfoque de contabilidad de flujos como el que revela las relaciones sociales en torno a los recursos naturales, son propuestas que permiten comprender el metabolismo a distintas escalas, aunque con herramientas múltiples, desde lo cuantitativo y lo cualitativo, respectivamente. Mientras se realicen evaluaciones en términos de sostenibilidad, reconociendo los flujos que recorren los sistemas económicos, puede ser de gran utilidad para analizar las economías en relación a sus posibilidades de recursos y sobre la capacidad de que los ecosistemas puedan reincorporar los residuos. El análisis tiene gran alcance, ya que se puede conocer la interdependencia económica entre países ricos y pobres, así como las relaciones de dominación (Carpintero y Naredo, 2007, p. 323).

La presente investigación se define sobre la segunda propuesta de análisis metabólico, sin embargo, no se deja de lado el asunto de los flujos de materia y energía, pero nos alejamos de los métodos de contabilidad por el momento; el agua es el principal recurso que se estudia, y es necesario incorporar algunos datos para saber en qué condiciones particulares se maneja, centrando atención en las relaciones de poder en el contexto cuenca hidrológica. Para ello, se elige realizar el estudio desde su uso en la agricultura. En esta línea, se abre un subtema breve para reconocer aquellos estudios, y cómo incorporan el enfoque de la sustentabilidad.

1.4.1 Metabolismo rural

El presente subtema es un recorte sobre el objeto de estudio. Desde el inicio se ha comentado el interés por dos conceptos, la gestión y manejo del agua, de lo cual se encontró diversos estudios en la perspectiva de la sustentabilidad fuerte y humanismo crítico. Hasta este momento, se realiza un corte más en función de otros intereses de investigación. En primera instancia, se pensó estudiar la Cuenca del Lago de Cuitzeo, una propuesta poco viable, al menos a corto plazo. Por tal razón y por la inquietud de conocer cómo se mueven las aguas de lo urbano a lo rural por efecto de la contaminación del Río Grande de Morelia, se definió el metabolismo rural como unidad de observación.

La tabla 5 es una búsqueda sobre la gestión del agua en la agricultura. La idea fue identificar aquellos trabajos desde el enfoque crítico. También aparecían enfoques técnicos de manera recurrente, los cuales no se contemplaron por ahora. Los primeros estudios se referían de alguna manera a la categoría de la apropiación y excreción de las aguas,

haciendo visibles una serie de conflictos sociales por el proceso de la descentralización de las aguas y la contaminación difusa, por ejemplo. Mientras tanto, los segundos se abocaban a la transformación del agua en un sentido productivista, y de la necesidad del uso eficiente del agua. El presente trabajo se basa en los primeros estudios, ya que se recurren al análisis cualitativo principalmente, una producción muy relevante para comprender el contexto económico y político que los módulos de riego atraviesan por las políticas neoliberales.

Tabla 5. Trabajos sobre el metabolismo rural.

Enfoque crítico	
Conflictos por la contaminación y gestión del agua en el Distrito de Riego Morelia-Queréndaro.	(Ávila, 1994)
Aguas y acequias: los derechos al agua y la gestión campesina de riego en los Andes bolivianos.	(Gerbrandy y Hoogendam, 1998)
Modernización del campo y crisis de las identidades sociales tradicionales en México. Un estudio de los distritos de riego.	(Torregrosa, 1998)
El valle Morelia-Queréndaro y su deterioro ambiental.	(Ávila, 1999)
El discurso como instrumento de la transferencia de distritos de riego: el caso de dos distritos de la cuenca Lerm-Chapala.	(Murillo, 2002)
Evaluación Social de la Transferencia del Distrito de Riego 011 Alto Lerma.	(Romero, 2002)
Agricultura campesina en la gran irrigación: crisis y transformación socioeconómica en el sistema de riego Tepetitlán.	(Vargas y Guzmán, 2002)
Decálogo de mitos sobre el campo mexicano. Una visión crítica sobre algunas visiones teóricas y analíticas actuales.	(Rubio, 2003)
Agua, ciudad y medio ambiente. Una visión histórica de Morelia.	(Ávila, 2007)
Gestión y manejo del agua: el papel de los usuarios agrícolas del Valle de Mexicali.	(Cortez L., 2011)
La gestión social del agua: el programa K030 en el distrito de riego 061, Zamora Michoacán, México.	(Jiménez, 2011)
El riego campesino atlixquense en una perspectiva agroecológica. El caso del canal San Félix, Puebla, México.	(Ocampo, 2011)
Resistencia a las políticas de gestión del agua en México. La Transferencia del distrito de riego Tula, Hidalgo.	(Peña, Vargas, y Romero, 2013)
Agricultura y contaminación del agua, Rosario Pérez Espejo y Alonso Aguilar (coords.), IIEC-UNAM, 2012.	(Mazari, 2014)

Nota. Elaboración propia con base en la revisión del estado del arte.

Entre los artículos se subraya el texto de Ávila (1994) que visibiliza los conflictos por la contaminación de las aguas en el valle Morelia-Queréndaro entre los agricultores y la industria papelera CEPAMISA (y gobierno de ese entonces). Más tarde se reporta otro artículo de Quiahua (2016) que realiza un acercamiento a agricultores y pescadores afectados para mostrar los impactos socio-ambientales. Aunado a estos documentos, y en la perspectiva de la sustentabilidad fuerte y humanismo crítico, la presente tesis busca exponer la crisis hídrica en términos cualitativos, y mediante una breve aproximación cuantitativa.

En conclusión, el presente capítulo tuvo el propósito de mostrar el estado del arte sobre los conceptos de la gestión y manejo del agua de las últimas décadas. Fue necesario incorporar el debate de dos corrientes generales que están en disputa, que parten de un marco ontológico epistemológico divergente; si lo analizamos con el referente de la sustentabilidad, se encuentran trabajos que asimilan el agua como un recurso económico o crematístico y técnico (débil y muy débil), y los que consideran que dicho recurso no puede ser una mercancía (fuerte y muy fuerte), ésta última es la que define la presente tesis. Hay una vasta producción en el tema agua, que viene incrementándose ante la crisis hídrica de la actualidad, a la cual no puede sino explicarse con un marco crítico, desde las vivencias de actores vulnerables en cada contexto regional (cuenca).

La tarea de este ejercicio fue dar contenido al concepto de manejo del agua a través del metabolismo social (desde las relaciones sociales), retomar la concepción de gestión del agua desde el campo político, y proponer otros autores de los últimos tiempos que exponen el metabolismo social desde la crítica. Para ello, Joan Martínez-Alier, Enrique Leff, Enrique Dussel, Hinkelammert y Mora, Max-Neef, Jorge Veraza y otros pensadores que amplían la discusión sobre el metabolismo social, aunque no explícitamente lo declaran, remiten a Karl Marx, quien propuso dicho concepto aludiendo al metabolismo desde las Ciencias Naturales.

CAPÍTULO II. LA RELACIÓN AGUA-AGRICULTOR EN LA PERSPECTIVA DE LA SUSTENTABILIDAD. EL MANEJO Y LA GESTIÓN PARA LA REPRODUCCIÓN SOCIAL

Introducción

El agua es un patrimonio natural insustituible acorde a la perspectiva del *buen vivir* (Acosta y Martínez, 2009). Esta cualidad la hace un recurso de gran valor por el hecho de ser un elemento central para la vida y el desarrollo humano. Tal es el caso de las comunidades agrícolas que se organizan para la producción de diversos cultivos, la crianza de ganado y sostén de las familias a partir de la disponibilidad del agua y otros elementos naturales para la subsistencia (una lógica diferente del agronegocio). El valor incalculable de este elemento de la biósfera sugiere estudiarlo a través de un marco crítico, principalmente por los problemas que surgen de su *gestión y manejo*.

Por ello, el presente marco explora la relación *agua-agricultor*, que puede estudiarse a través de las dimensiones económica, social (cultural) y ecológica, que además atraviesan el campo político (Dussel, 2006). La mirada de manera sistémica, abierta y articulada de estas dimensiones, permite caracterizar y comprender la complejidad (García, 2006), y reconocer las prácticas de los diferentes actores que se relacionan entre sí y *deciden* sobre el recurso; así como de los problemas socioambientales que debilitan las relaciones humanas y de su interacción con la naturaleza. A partir de este planteamiento se construye el *marco de la sustentabilidad*, como referencia analítica abierto a integrar elementos de diferentes disciplinas, ya que es una necesidad el diálogo de saberes para abordar la complejidad.

El marco de la sustentabilidad que se propone explica la relación entre la naturaleza y el ser humano en lo general, y en lo particular, la relación *agua-agricultor*. Para lograr el objetivo, se retoman conceptos de disciplinas, como la ecología y la economía, la ecología y la economía política, la técnica y la ética, entre otros. Ante la crisis ambiental, que tiene su origen en la Revolución Industrial, se ha vuelto fundamental abordar los problemas ambientales desde una perspectiva *interdisciplinaria* (García, 2006) o *transdisciplinaria* (Max-Neef, 2004). Esto implica estar abiertos a otros saberes para lo cual se sugiere partir de un marco ontológico y epistemológico común, definiendo el objeto de estudio como un *sistema complejo*.

En ese sentido, cabe abrir un paréntesis. En el mundo moderno, el agua y la tierra - naturaleza - son vistos como *recursos* meramente económicos con un valor en torno a su *utilidad* para el mercado. Esta visión mercantil busca administrar de manera eficiente el agua mediante la tecnología y la asignación de precios, regido por la oferta y demanda: racionalidad económica. Por otro lado, se encuentra la visión ecologista que define el agua como un *patrimonio* que posibilita la vida en todas las escalas de evolución, y busca asegurar su acceso de manera justa, respetando los límites de la naturaleza: racionalidad socioecológica. Ambas visiones suelen estar en conflicto en la sociedad (Shiva, 2013), y de manera notable en la académica.

Tanto el pensamiento economicista como el socioecológico son puntos de partida diferentes para construir conocimiento sobre la temática agua. Actualmente, la visión mercantil ha influido en mayor medida, y se asocia al optimismo tecnológico para resarcir la contaminación del agua, incluso internalizar los costos no calculados desde el mercado. Sin embargo, esta perspectiva no resuelve la problemática, puesto que de este pensamiento ha surgido la crisis ambiental global. En contraste, el pensamiento socioecológico recurre al concepto de *inconmensurabilidad* de la naturaleza y de los procesos ecosistémicos, así como el cuantificar el flujo de materiales y gasto energético de la economía actual y la estimación de la deuda socioecológica, entre otros aspectos.

Ambas visiones entran en el marco de la sustentabilidad, debido a que buscan explicar la crisis del agua, aunque cada una la analiza con categorías diferentes. El presente trabajo parte del enfoque humanista crítico y del ecológico (*sustentabilidad fuerte*), reconociendo que hay herramientas de la visión mercantil (*sustentabilidad moderada*) que pueden reinterpretarse (Pierri, 2005), por ejemplo las externalidades negativas, y los costos por la contaminación, ya que es pertinente señalar a quiénes afecta (Martínez-Alier y Arcadi, 2003). Es importante incorporar la crítica al marco débil (que responde al sistema capitalista) y necesario al encontrar en la realidad que la crisis hídrica se sigue abordando de manera mercantil.

El presente capítulo se centra en los conceptos: la *gestión y el manejo del agua* en la agricultura de campesina que no está orientada a lo lucrativo o extractivista, en virtud de que esta categoría entra la mayor parte de agricultores de la zona de estudiada. Por un lado,

el acto del trabajo mediante el cual el agua llega hasta la parcela se define como el manejo del agua. Es decir, el agricultor debe, a través de sus propios medios o en acompañamiento del Estado, conducir el agua de un sitio, con todo lo que eso implique, con el fin de que se logre el consumo indirecto en la parcela, y posteriormente la satisfacción de necesidades en el ámbito familiar. Se enfatiza en este propósito porque el agricultor en el que se pensó responde a la lógica campesina,¹¹ contraria a la del productor agrícola que está orientado en la perspectiva agroindustrial (Toledo 1995, 1999), aunque habrá momentos en que se realice alguna precisión cuando éste último aparece en la realidad.

Por su parte, la *gestión* se refiere a la interrelación de múltiples actores, agricultores alrededor del agua, niveles de gobierno y sociedad civil, como actores de la *cuenca*. La posibilidad de organización, diálogo, participación amplia, acuerdos, toma de decisiones y acciones encaminadas a resolver los conflictos son aspectos que definen la *gestión del agua*. Es decir, un acto político donde convergen diferentes tipos de actores con el propósito de resolver los temas asociados al agua; aunque no siempre con buenos resultados, pues hay de por medio intereses económico políticos que se sobreponen a la capacidad y poder de los actores vulnerables.

Para profundizar sobre ambos conceptos, se recurre a la categoría de *metabolismo social* de Toledo (2013), y se retoman otros autores del pensamiento crítico de tradición marxista, como Dussel y Vandana Shiva (y otros), para dar un sentido político a dicho concepto, ya que, desde Toledo se simplifica o reduce a la dimensión *inmaterial*, sin profundizar suficiente en ello. Así mismo, se considera que el metabolismo social busca explicar la relación entre los procesos naturales y los procesos sociales, la noción de *Cuenca* es usada como una referencia territorial donde se cruzan ambos procesos y concurren; existen diferentes funciones del agua (Arrojo, 2006) prioridades de uso e interrelación entre actores.

El metabolismo social desde el punto de vista del agricultor y su relación con el agua (o metabolismo rural) es un proceso de primer nivel (García, 2006). Es decir, “los procesos de 1er nivel o básicos constituyen, generalmente, el efecto local sobre el medio físico o sobre la sociedad que lo habita y lo explota, de procesos más amplios que tienen lugar en otros

¹¹ Chayanov (1974) fue el primer en plantear el concepto de campesino y de lo que implica en la práctica.

niveles” (p.56). Esta precisión conceptual permite definir la relación agua-agricultor como una relación compleja en sí misma, y también por el hecho de que existe un entorno externo a él que le determina, en la cuenca hidrológica y fuera de ella, por las relaciones de poder económico-políticas que transforman el metabolismo rural.

2.1 El metabolismo social

El concepto de *metabolismo social*, originado en el pensamiento crítico de Marx, es retomado por Toledo (2013) quien, a partir de la tesis de Alfred Schmidt (1976), consolida una *teoría socioecológica*. Es un marco categorial de análisis que explica la relación naturaleza-hombre, desde el momento en que la sociedad se aprovecha los recursos naturales, hasta cuando los residuos retornan al ambiente. Partiendo de Schmidt, quien realizó el estudio filológico “*el concepto de naturaleza en Marx*”, Toledo recupera la siguiente “premisa dialéctica clave”: “Marx definió el trabajo como un proceso de progresiva humanización de la naturaleza, un acto que coincide con la gradual naturalización del hombre” Schmidt (como se citó en Toledo, 2013, p. 44).

Toledo interpreta que la naturaleza es para Marx “el sustrato material del trabajo”, o como “la primera fuente de todos los medios de objetos de trabajo” (Marx, *Crítica del programa Gota*)¹². En la teoría económica de Marx se consideran los materiales que emanan de los procesos naturales (agua, tierra, otros) y el esfuerzo humano como elementos sustantivos interdependientes, y objetos de explotación para el funcionamiento del sistema económico capitalista. Marx retoma la idea de metabolismo de las Ciencias Naturales y la lleva a entender la relación entre el *hombre-naturaleza*, a partir del *trabajo*, visibilizando las relaciones sociales de producción y de poder. “Marx concibió el concepto de metabolismo (*Stoffwechsel* – intercambio orgánico) como una analogía o metáfora biológica para ilustrar la circulación de las *mercancías*, y en su forma general como un intercambio entre *sociedad* y *naturaleza*” Martínez-Allier, 2007 (como se citó en Toledo, 2013).

En un nivel de mayor concreción, el metabolismo social es un proceso de intercambio de materia y energía, entre el sistema social y el sistema natural, para producir *valores de uso*. De esta manera, la reproducción del ser humano es posible, ya que consume la energía que necesita para continuar en la vida, mediante el trabajo que él mismo transfiere a los

¹² El autor quiso decir Crítica del Programa de Gotha, Carlos Marx (1875).

recursos para transformarlos en diferentes satisfactores. El planteamiento teórico tiene la capacidad de explicar múltiples interacciones entre la sociedad y la naturaleza, que son observables en las especificidades culturales y a escalas espaciales y temporales diferentes; inclusive a través de relaciones sociales para el intercambio de diversos valores de uso, como en el mercado.

Siguiendo a Toledo (2013) el metabolismo social se compone de dos dimensiones: *lo material* y *lo inmaterial*. La primera representa los flujos de *entrada* (Input) al sistema social, así como de la capacidad de regeneración de los ecosistemas; los flujos *interiores* consisten en la transformación y aprovechamiento de la naturaleza, que depende de la organización social del trabajo; y los flujos de *salida* (Output) son los restos del proceso metabólico, y de capacidad de asimilación y transformación de residuos en los ecosistemas. Este proceso material ocurre cuando los humanos se apropian de la naturaleza con todos sus elementos. Y la dimensión inmaterial se refiere a aspectos intangibles como las instituciones, lo simbólico, cosmovisiones, normas y acuerdos, entre otros elementos que hacen posible la apropiación.

Ambas dimensiones son interdependientes por lo cual es un reto estudiarlas de manera integral. La dimensión material se compone de cinco momentos: *apropiación, transformación, circulación, consumo* y *excreción*, los cuales tienen lugar con reglas sociales que definan la ruta de los recursos naturales en cada instante. Los flujos simplemente muestran un proceso vital del ser humano con la naturaleza que por su vulnerabilidad ante la falta de energía puede suceder la inevitable muerte.

La propuesta de Toledo (2013) resulta pertinente para analizar la relación *hombre-naturaleza*, sin embargo, es un planteamiento general sobre cada momento material, y aún más sobre lo inmaterial. Es decir, los flujos de materia y energía pueden ser identificados y cuantificados, pero no se explican los aspectos del campo político y de gestión que determinan esos flujos.

Hinkelammert y Mora (2013) también abordan el *circuito natural de la vida humana y la naturaleza*, o *metabolismo socio-natural*, como condición permanente y de factibilidad de la vida humana y no humana. Dussel (2015) detalla el *ciclo productivo*, partiendo del *sujeto vivo necesitado* y *sujeto productor*. Por su parte, Max-Neef et al., (1998) proponen un

marco para profundizar sobre las necesidades humanas en diferentes dimensiones existenciales, lo cual es un punto de partida significativo para establecer prioridades de uso de los recursos naturales como el agua. Leff (2005) incorpora conceptos como el de *productividad primaria* para repensar y fundar nuevos procesos productivos sostenibles. Martínez-Alier y Roca J. (2016) analizan el metabolismo desde el ciclo de vida de los recursos transformados, derivando un análisis de los impactos y costos a terceros.

En la ilustración 2 se muestra una síntesis gráfica del metabolismo social o socio-natural, en la cual se agrupan los conceptos relevantes de los autores señalados. Se observa un circuito infinito entre la naturaleza y la humanidad, y un circuito interno desde el punto de vista del *sujeto vivo necesitado*. En este último, tiene lugar el *ciclo productivo* mediante el cual, el *sujeto productor*, a través de sus medios de producción, transformará y consumirá la energía necesaria. Además, el productor intercambiará satisfactores con otros productores y consumidores fuera de su circuito. El resultado de la relación entre estos últimos es un flujo de *valores de uso*, también expresados en *valores de cambio* respaldados por la producción. El conjunto de salidas del sistema social (humanidad) refleja la excreción de residuos, y la capacidad de regeneración de la naturaleza.

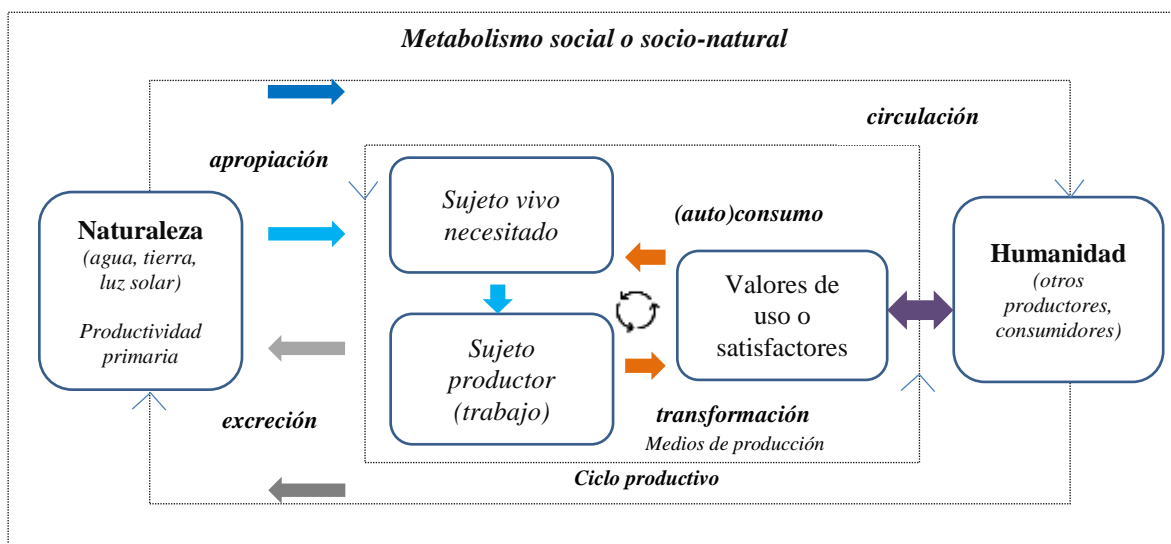


Ilustración 2. Metabolismo social o socio natural, sujeto vivo necesitado y su relación con otros productores; flujos de materia y energía entre los elementos del circuito natural de vida. **Nota.** Elaboración propia con base en Dussel, 2015; Hinkelammert y Mora, 2013; Leff, 2005; Toledo, 2013.

2.2 La relación *agua-agricultor* en el contexto de la cuenca hidrológica

El modelo conceptual de metabolismo social o socio-natural es adecuado para comprender la relación *agua-agricultores* en la perspectiva de la sustentabilidad. Por un lado, se reconoce la dimensión socioeconómica, cuando el sujeto productor a través de su fuerza de trabajo transforma la naturaleza, procedimiento en que el agua tiene centralidad como medio de vida y medio de producción, ya que condiciona qué, cómo, cuánto y cuándo producir. Por otro lado, se puede visibilizar si ocurre una contradicción entre los procesos naturales o ciclos biogeoquímicos (ciclo del agua), y el ritmo de los ciclos productivos del sistema social (desarrollo de las fuerzas productivas), que al acelerarse el segundo respecto al primero, provoca los problemas ambientales conocidos (Tommasino, et al., 2005).

En el margen de lo general, la relación *agua-agricultor* comprende distintos elementos de análisis. En primer lugar, el agricultor es un sujeto orgánico, que requiere de energía para que su metabolismo interno funcione (energía endosomática) (Dussel, 2015).¹³ En segundo lugar, forma parte de una unidad familiar, con necesidades de energía en conjunto (energía exosomática). Se establecen relaciones parentales, afectivas, de apoyo mutuo, e incluso de conflicto. La familia es el núcleo básico, y razón de la labor del agricultor campesino. Por ello, cuando se habla de un campesino, se trata de una colectividad que se organiza para sostenerse con los medios que dispongan. Bartra (2006) habla de la unidad socioeconómica campesina (USC) para caracterizar una forma de organización social, sujeta de alguna manera al contexto capitalista, así como la racionalidad que determina su relación con la naturaleza, la cual se retoma para comprender su comportamiento (metabolismo rural) (Bartra, 2006, p.285).¹⁴

¹³ “El ser humano viviente (*homo sapiens*) tiene una constitución física natural peculiar: es una corporalidad viviente con capacidad cerebral de conciencia y autoconciencia sobre sus actos. Como ser vivo – y esta característica tiene esencial importancia para toda economía posible, aunque parezca ingenua u obvia- tiene un *metabolismo* que consume energía (en último término solar, sintetizada por bacterias y vegetales) y otros instrumentos materiales que debe perentoriamente reponer. El ser vivo es frágil, vulnerable. Si no se alimenta se desnutre, y si come sobre el límite se indigesta y pone en peligro su existencia; sino bebe el líquido necesario (agua en cantidad y calidad) se deshidrata, y si bebe demasiado se ahoga; si pierde temperatura se enfría, y si la sufre en alto grado se carboniza bajo el sol implacable del desierto. La vida humana está delimitada dentro de estrechos marcos o condiciones que deben ser respetados con todo rigor, de tal modo que si no se cumplen la muerte es el desenlace inevitable. Es una trágica dialéctica de vida o muerte” (en Tesis 1).

¹⁴ “Es estrictamente campesina toda unidad rural de producción que a) emplee en lo fundamental el trabajo de sus propios miembros y b) ejerza un control real sobre una dotación mínima de medios de producción, entre ellos la tierra (y el derecho al uso de agua). (...) Y seguirá siendo una célula económica campesina en la

En otra escala, el agricultor también se define como organización en el gremio como colectividad. Cuando se trata del agua, estos pueden reunirse para compartir una fuente de agua, en el caso donde haya que dedicar esfuerzo de manera conjunta para que todos puedan aprovecharla. De esta manera, el análisis de la relación agua-agricultor adquiere distintos niveles, todos relacionados entre sí, porque el objetivo es que el circuito natural o metabolismo social se cumpla.

Por otro lado, Toledo (1995, 1999) habla de nueve atributos para diferenciar a los agricultores: energía, escala, autosuficiencia, fuerza de trabajo, diversidad, productividad, desechos, conocimiento, cosmovisión, que se presentan en distinto grados, de acuerdo al contexto particular de las unidades agrícolas. Además, el autor hace una diferencia importante entre el *campesino* y el *agroindustrial*, quienes se relacionan con la naturaleza de forma distinta, y de impacto a la misma (tabla 6). La distinción que el autor hace es relevante para diferenciar la agricultura tradicional y la agricultura moderna, respectivamente, sin embargo, en los últimos tiempos los campesinos tienden a adoptar la segunda práctica de manera forzada, a causa de la contaminación de las aguas y la política agroalimentaria. Este capítulo aborda este último tipo de agricultor, con una modificación en el atributo de fuerza de trabajo, que proviene de la revisión del concepto de campesino de Chayanov (1974) para quien la fuerza de trabajo en la forma capitalista (agroindustrial para Toledo) es asalariada.

Tabla 6. Principales características del modo campesino y el modo agroindustrial de uso de los recursos naturales.

<i>Atributos</i>	<i>Campesino</i> ¹⁵	<i>Agroindustrial</i>
<i>Energía</i>	Uso exclusivo de energía solar	Uso predominante de energía fósil
<i>Escala</i>	Minifundio	Medianas y grandes propiedades
<i>Autosuficiencia</i>	Alta autosuficiencia Poco uso de insumos externos	Baja o nula autosuficiencia Alto uso de insumos externos
<i>Fuerza de Trabajo</i>	Familiar y/o comunitaria	Asalariada*
<i>Diversidad</i>	Alta diversidad ecogeográfica, biológica, genética y productiva	Muy baja diversidad por especialización
<i>Productividad</i>	Alta productividad ecológico-energética, baja productividad en el trabajo	Muy alta productividad en el trabajo; baja productividad ecológica y energética

medida en que la labor desarrollada con su propio trabajo y sobre sus propios medios de producción siga siendo el elemento regulador de su actividad económica”.

¹⁵ Alexander V. Chayanov fue el primero en plantear la organización de la unidad económica campesina.

<i>Desechos</i>	Baja o nula producción de desechos	Alta productividad de desechos
<i>Conocimiento</i>	Holístico; ágrafo, basado en hechos y creencias de transmisión limitada y altamente flexible	Especializado; basado exclusivamente en hechos objetivos, transmitido por vías escrita, de amplia transmisión, pero estandarizados
<i>Cosmovisión</i>	La naturaleza es una entidad viviente y sacralizada. Cada elemento natural encarna en deidades con quienes es necesario dialogar. durante la apropiación	La naturaleza es un sistema (o una máquina) separada de la sociedad, cuyas riquezas deben ser explotadas a través de la ciencia y la técnica

Nota. Fuente: Toledo (1995*, 1999), Chayanov (1974).

Por otra parte, con base en el metabolismo social, es posible identificar las relaciones sociales como *agricultor-agua-cuenca*, desde donde pueden reconocerse conflictos por el acceso al agua y por la excreción de residuos principalmente, lo que compete parcialmente a la dimensión política, jurídica y técnica. Para estudiar la interrelación del agricultor con el agua, la noción de *cuenca hidrológica* es una referencia geográfica y política, que no coincide con la división administrativa. La cuenca se define como un espacio físico donde tiene lugar el ciclo hidrológico; confluyen las aguas de la atmósfera, las superficiales (hidrósfera) y las subterráneas (litósfera), así como otros elementos de la *biósfera*, humanos y no humanos (flora y fauna).

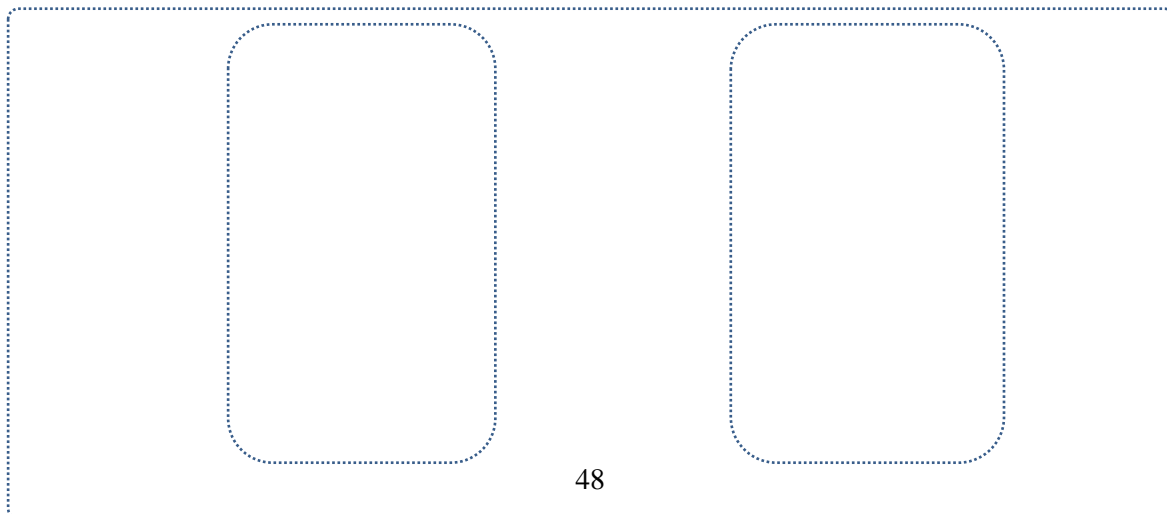
La cuenca hidrológica, más allá de ser un gran vaso contenedor de agua con fines administrativos, es una *unidad* constituida por elementos *hídricos* y elementos *sociales*, mismos que se relacionan a través del trabajo de los pobladores en lo urbano y lo rural, que se apropian de las diferentes fuentes de agua, y otros recursos. Además, la cuenca se divide en al menos tres secciones, la cuenca alta, la cuenca media y la cuenca baja, niveles para identificar la escorrentía sobre la superficie terrestre. En la cuenca, el agua cumple *funciones* naturales y sociales de acuerdo a las características de los ecosistemas, que además se asimila como parte de la totalidad de los elementos bióticos y abióticos.

Los elementos naturales hídricos son la ocurrencia estacional de las precipitaciones (lluvia), la infiltración de ésta al manto acuífero, la saturación del suelo que propicia la escorrentía y forma riachuelos, arroyos y ríos, que dibujan una gran red en forma de árbol. Las aguas llegan a un punto de encuentro que puede ser cerrado o abierto, lo que se denomina cuerpo de agua endorreico y exorreico, respectivamente: lago, laguna, mar, océano u otro cuerpo de agua. Además, habrá una masa de agua en vapor que regresará a la atmósfera por efecto de la radicación solar, de aproximadamente 18ppm de la composición total del aire.

Los elementos sociales, o subsistema social de la cuenca implica la intervención del hombre sobre las diferentes fuentes de agua para consumo en diferentes actividades económicas. Esto es la agricultura (en sus distintos modos), ganadería, pesca, industria, comercio y servicios, y uso doméstico, que responden a un *estilo de desarrollo*. El ritmo al que el agua debe extraerse de la naturaleza necesita ser a una velocidad tal, que el agua pueda regenerarse para volver a ser extraída en otro ciclo, preservando los ecosistemas como los bosques, ya que en ellos se captan una gran masa de agua, y el clima es favorable al disminuir la evaporación o evapotranspiración.

Cuando se observa la relación *agua-agricultor* en el contexto de la cuenca, se hace visible un entorno natural complejo y organizado socialmente. Acuerdos político-económicos que establecen prioridades de uso del agua disponible, las funciones de la misma en distintos circuitos sociales, el intercambio y consumo de valores de uso al interior y exterior de la cuenca, la excreción de residuos de diferente naturaleza, y conflictos sociales derivados de estos procesos que se manifiestan en dos criterios: la cantidad y la calidad del agua. Los elementos identificados alrededor de la relación *agua-agricultor* son definidos como *determinantes*, o niveles de procesos superiores a dicha relación (García, 2006).

La visión sistémica en torno al agua es una necesidad epistemológica para identificar las relaciones entre los subsistemas del sistema abierto cuenca. Entendiendo que *subsistemas* son cada una de las actividades humanas, económicas de subsistencia, recreativas, lucrativas, entre otras. O bien, siguiendo la línea de metabolismo social, se pueden definir: metabolismo urbano, metabolismo industrial, metabolismo rural, y lo que caracteriza a cada una en su interior, y la interacción entre ellos. Esta concepción se expone en la ilustración 2, enfatizando los diferentes circuitos o ciclos del sistema natural y del sistema social.



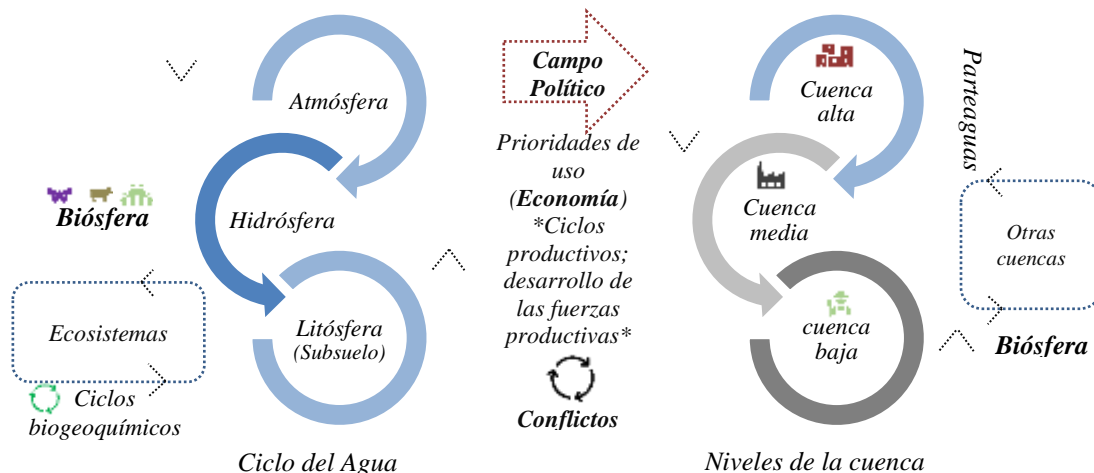


Ilustración 3. Relación política entre el ciclo del agua, la cuenca y lo social; sistemas abiertos al flujo de materia y energía, y decisiones para la apropiación y excreción del agua en los procesos productivos. **Nota.** Elaboración propia.

2.2.1 El agua como satisfactor y valor de uso

El estudio del metabolismo social se fundamenta desde las *necesidades humanas*. Max-Neef et al., (1998) han contribuido en este aspecto, para fundar la perspectiva del *desarrollo a escala humana*, y por ello, se recupera la matriz de necesidades. Para el estudio de la relación *agua-agricultores* implica un cruce de *categorías existenciales* y *categorías axiológicas*. La primera está dada por el ser, tener, hacer, y estar; la segunda consta de nueve necesidades concretas, que son cambiantes e históricamente determinadas: subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, ocio, creación, identidad y libertad.

La matriz que se propone describe de manera integral la relación *agua-agricultor*, y los elementos particulares que permiten la satisfacción de las necesidades, o en el caso contrario, la limitación de la reproducción social. A fin de explorar la importancia del agua como satisfactor y objeto de estudio, se elaboró una matriz con cuatro cuadrantes. El primero aborda el *ser*, donde se ubican a los agricultores en su condición de *sujeto vivo necesitado* y *sujeto productor o creador de valor* (Dussel, 2014; Hinkelammert y Mora, 2013). En el segundo cuadrante del *tener*, se encuentran los medios de vida y medios de producción a los cuales tienen derecho, en cantidad y calidad.

En el tercer cuadrante del *hacer*, se colocan aquellas prácticas del *sujeto agricultor* en conjunto con los medios de vida. Y el cuarto cuadrante muestra el resultado de las anteriores categorías; por un lado, se observa un escenario de crisis socioeconómica y

ambiental, y, por otro lado, la reproducción de la vida, de bienestar o sustentabilidad. Dos escenarios que se construyen respectivamente por una *racionalidad económica* y una *racionalidad reproductiva o ambiental (ecológica)*, respectivamente.

La matriz es otra manera de representar el metabolismo social para el caso de la relación *agua-agricultor* y los elementos específicos para resolver sus necesidades. Estas son concretas, semejantes a la de otros humanos y no humanos a su alrededor, y por tal motivo cabe la organización comunitaria para la hacerlas factibles. Se insertan dos categorías centrales de esta investigación, el *manejo y la gestión del agua* como son prácticas interrelacionadas que ocurren en el *hacer*, pero que dependen del *ser* y del *tener*. La adecuada integración de estas dimensiones existenciales resulta de que el *agricultor* pueda aprovechar sus medios de vida, aunque no sólo depende de ello, pues existen *determinantes* fuera de dicho metabolismo.

El manejo y la gestión del agua se explican a través de las dimensiones material e inmaterial del metabolismo social, respectivamente. Es una manera de reconocer la ruta del agua en la agricultura y su relación en la cuenca, y de cómo el recurso se encausa hacia propósitos socioeconómicos y ecológicos, o de intereses lejos de ese objetivo. Es decir, el trayecto del agua se define políticamente, el problema está en lo siguiente: “donde el poder se acumula, allá llega el agua que se robó de otros sitios” (Martínez-Alier y Roca, 2016, p.453), o sea que las relaciones de poder favorecen el agua para unos, por encima de otros.

El agricultor por supuesto necesita agua en *cantidad y calidad* adecuada, como satisfactor básico e insustituible. Para que el agua se realice como energía de vida debe llevarse hasta el sitio donde se transformará, consumirá o intercambiará, como valores de uso y valores de cambio. En este sentido, el acto de trabajo mediante el cual el agua se realiza en la parcela, para su futuro aprovechamiento puede definirse como *manejo del agua*. Es decir, el *sujeto productor* debe, a través de sus propios medios y en acompañamiento o no del Estado, encausar el agua de un sitio a otro cuando sea necesario. Si el agua que se consumirá está a larga distancia, será necesario dedicar algunas horas más de su trabajo para alcanzar su objetivo. Un caso diferente es el agua de lluvia, aún así, el agricultor dedicará algunas horas menos para el dren de agua. La diferencia está en las horas de trabajo.

En otras palabras, el agua en la parcela es resultado del trabajo del agricultor, lo cual Veraza acertadamente denomina *procedimientos hidroútiles* (PHU), para afirmar que “el agua no es ni puede ser una mercancía, sino que sólo se le añade valor a través del esfuerzo humano” y que “sólo se debe pagar lo justo por los PHU para que el agua llegue a su destino, no más...” (2007a, pp.15-30). Este planteamiento es fundamental, diferente al enfoque neoclásico que, lo mismo que el mercado, ha convertido a la naturaleza en una *mercancía*, como si su precio dependiera sólo de la oferta y demanda, algo inapropiado, en particular para garantizar el acceso al agua.¹⁶

Por otro lado, la calidad del agua es un factor fundamental para los agricultores. Es un atributo positivo o negativo, que resulta del metabolismo social en la etapa de excreción. Es consecuencia del arrastre de residuos disueltos y suspendidos en el agua, que se origina de manera puntual o dispersa,¹⁷ proveniente de diferentes sitios de la cuenca, y que se acumulan en la parte baja de la misma. Es decir, si se divide la cuenca en tres segmentos (cuenca alta, cuenca media y cuenca baja), los usuarios estarán sujetos no sólo a una fuente de agua en particular, sino también a una calidad determinada. Para ilustrarlo, el metabolismo urbano e industrial, situado aguas arriba de la cuenca, excretan los residuos de su proceso metabólico cotidiano. Aguas abajo, otros recibirán el resultado de esas excreciones, y por ende, el costo de los PHU incrementan de manera importante.

El hecho de que en una cuenca se encuentren diferentes relaciones con el agua suele ser motivo de conflictos. En primer lugar, por la cantidad que se asigna, así como por la calidad de agua susceptible de aprovechar. La interrelación de múltiples actores, niveles de gobierno y sociedad civil como usuarios del agua, incrementa la complejidad del manejo del agua a nivel cuenca y, en consecuencia, las controversias. La posibilidad de organización, diálogo, participación amplia, acuerdos, toma de decisiones y acciones encaminadas a resolver los conflictos, se define como *gestión del agua*; un acto político donde convergen diferentes opiniones, no siempre con buenos resultados, pues hay de por

¹⁶ Hay un antecedente del concepto procesos hidroútiles en Karl Wittfogel, que habla sobre las sociedades hidráulicas o despotismo hidráulico. “Sobre el valor de cambio y la dotación de un precio, este no cubriría los procesos hidroútiles, sino que sería definido a partir del interés despótico del Estado Wittfogel (como se citó en Guzmán, 2018).

¹⁷ *Puntual* se refiere a una descarga al final de tubo, mientras que *difusa* es una descarga no controlada como la excreción de agroquímicos o la emisión de gases de una industria.

medio intereses económico-políticos que superan la capacidad o poder político de los actores menos favorecidos.

En síntesis, la tabla 7 muestra lo antes expuesto, de manera que se puede observar los elementos del metabolismo social, las necesidades humanas, y las categorías existenciales en torno al manejo y gestión del agua, observando la racionalidad que guía cada práctica. En resumen, ambas prácticas pueden incrementar o limitar la satisfacción de las necesidades humanas, derivando en un nivel de desarrollo sostenible en el tiempo, o de crisis si no se orientan hacia la reproducción social, respectivamente.

Tabla 7. Metabolismo social y las necesidades desde el punto de vista *agua-agricultor*.

Necesidades según categorías axiológicas	Necesidades según categorías existenciales				
	<i>Ser</i> →	← <i>Tener</i> →	← <i>Hacer</i> →		← <i>Estar</i>
<i>Subsistencia</i>	Agricultor (La Familia) Sujeto vivo necesitado Sujeto Productor o creador de valor *Relaciones sociales (cuenca)	Medios de Vida y medios de Producción, en cantidad y calidad adecuados Tierra Agua Fuerza de trabajo (PHU) Otros Insumos Maquinaria Infraestructura ¿Estado?	<i>Manejo del Agua</i> (material) Apropiación Transformación Circulación Consumo Excreción		Crisis Socioeconómica y Ambiental vs Reproducción de la Vida, Bienestar, Sustentabilidad
<i>Protección</i>					
<i>Afecto</i>					
<i>Entendimiento</i>			Racionalidad Económica Racionalidad Socioecológica		
<i>Participación</i>			<i>Gestión del Agua</i> (inmaterial) Participación Organización Toma de decisiones Otros valores comunitarios		
<i>Ocio</i>					
<i>Creación</i>					
<i>Identidad</i>					
<i>Libertad</i>					

Nota. Elaboración propia con base en el metabolismo social y la matriz de necesidades humanas de Max-Neef et al. 1998.

No es motivo ampliar en qué grado se cubren las necesidades del *sujeto agricultor*, eso es concebido de distintas maneras, que depende de las condiciones del entorno y su cultura; el marco de Max-Neef et al., (1998) avanza metodológicamente, de manera participativa, con los actores para identificar cuáles son esas necesidades desde su contexto. No obstante, el referente que se puede considerar es el de los *derechos humanos*, los cuales reconocen aspectos materiales e inmateriales básicos para que el ser humano pueda desarrollarse, por ejemplo, la alimentación, la seguridad social, la participación en la política, la educación, el acceso al agua y saneamiento de la misma, entre otros satisfactores.

Carencia y potencialidad son dos alternativas del sujeto agricultor.¹⁸ La carencia ha dominado de manera generalizada, por ejemplo, el bajo poder adquisitivo, la no educación

¹⁸ “Las necesidades revelan de la manera más apremiante el ser de las personas, ya que aquél se hace palpable a través de éstas en su doble condición existencial: como carencia y como potencialidad. Comprendidas en un amplio sentido, y no limitadas a la mera subsistencia, las necesidades patentizan la tensión constante entre carencia y potencia tan propia de los seres humanos. Concebir las necesidades tan sólo como *carencia* implica restringir su espectro a lo puramente fisiológico, que es precisamente el ámbito en que una necesidad asume con mayor fuerza y claridad la sensación de «falta de algo». Sin embargo, en la medida en que las necesidades comprometen, motivan y movilizan a las personas, son también *potencialidad* y, más aún, pueden llegar a ser recursos. La necesidad de participar es potencial de participación, tal como la necesidad de afecto es potencial de afecto” (Max- Neef, et al., 1998, pp. 49-50).

formal, la escasa participación en la política, la contaminación del ambiente, entre otros. Mientras tanto, la necesidad concebida como *potencialidad* se asemeja a la *voluntad-de-vida*, como postura política para la transformación (Dussel, 2006). Entonces, el agua es un valor de uso o satisfactor esencial para el agricultor y su familia, por lo que el manejo y gestión son dos prácticas interrelacionadas para hacer posible la realización del agua. Es así que en una necesidad como potencialidad, como el agua, los sujetos deberán movilizarse cuando no se tenga en cantidad y calidad suficiente.

Es así que, en una necesidad como *potencialidad*, el manejo del agua se ha encaminado hacia su transformación en valores de uso, tanto para el ámbito familiar como para las poblaciones, asegurando que se devuelva el esfuerzo de su labor, a través de la reorganización social, por ejemplo. Y, la gestión, como organización y participación en los asuntos del agua en el nivel del gremio de agricultores como a nivel cuenca, para ser partícipes y tomar decisiones que definan la ruta del agua de manera justa. Ambas prácticas se desarrollan de aquí en adelante con el propósito de aproximarse una explicación del objeto de estudio. La idea de este apartado es contextualizar ambos conceptos dentro del metabolismo rural, y señalar que su propósito debe orientarse hacia la reproducción social.

2.3 El manejo del agua en la agricultura

El agua es para el agricultor fuente de producción y reproducción de la vida. Es un satisfactor en la medida que cumple funciones naturales y sociales en el metabolismo rural. Así mismo, la posibilidad de que el agua se constituya como un satisfactor o un valor de uso, reside en el esfuerzo que el agricultor transfiera al agua. Es decir, el trabajo necesario para que pueda ser consumida en su forma natural; es un consumo indirecto o fuente de energía exosomática para hidratar la tierra. El agricultor no produce el agua, sólo la naturaleza es capaz de eso. Por ello, el valor económico del agua depende del esfuerzo humano, distinto al que ésta lleva en sí misma, con lo cual se puede obtener otros valores de uso (alimentos, ganado, techo, vestido, educación, diversión, entre otros).¹⁹

¹⁹ El proceso de trabajo, (...) es la actividad racional encaminada a la producción de *valores de uso*, asimilación de las materias naturales al servicio de las necesidades humanas, la condición general del intercambio de materias (y energía) entre la naturaleza y el hombre, la condición natural eterna de la vida humana, y, por tanto, independiente de las formas y modalidades de esta vida y común a todas las formas sociales por igual (Marx, 1975, p. 136).

Para que el agua se realice como medio de producción debe ser llevada hasta la parcela como primer momento material del metabolismo. Posteriormente, ser transformada y cosechada en cultivos, en sinergia con otros elementos de la naturaleza (tierra, nutrientes, microorganismos, radiación solar, y otros). Enseguida, podrá ser consumida como valores de uso, o bien intercambiada como valor de cambio (agua transformada en cultivos). En este sentido, el acto de trabajo humano mediante el cual el agua llega hasta la parcela, puede definirse como *manejo del agua*, uno de varios procesos que tiene lugar en la actividad agrícola en su conjunto. “El agua, la tierra, la semilla, entre otros elementos, son medios de vida del trabajo en la agricultura (parafraseando a Marx). Se producen valores de uso, es decir, alimentos para la realización de la vida del ser humano (Marx, 1975, p. 140).

Durante este proceso, el agua cambia en cuanto a su *calidad* por la incorporación de diferentes materiales orgánicos e inorgánicos (excreción), lo cual no ocurre respecto a la *cantidad* ya que existe un balance, o circulación constante del agua en la tierra. Es decir, el agua que entra al sistema agrícola sale en algún momento como 1) escorrentía hacia otra unidad aguas abajo de la cuenca 2) infiltración a mantos freáticos, 3) por evaporación y evapotranspiración, 4) condensación, 5) como cultivos diversos, 6) e incorporación a los organismos biológicos humanos y no humanos. De hecho, la *escasez de agua* se ha construido socialmente, la cual se arguye en la esfera política y económica.

En la ilustración 4 se muestra la relación agua-agricultor, donde ocurren los cinco momentos materiales del manejo: 1) apropiación, 2) transformación, 3) circulación (sumando otros sistemas productivos), 4) consumo, y 5) excreción. El primero se refiere al flujo de entrada al sistema agrícola; la transformación, circulación y consumo suceden como flujos intermedios; y la excreción es el flujo final.

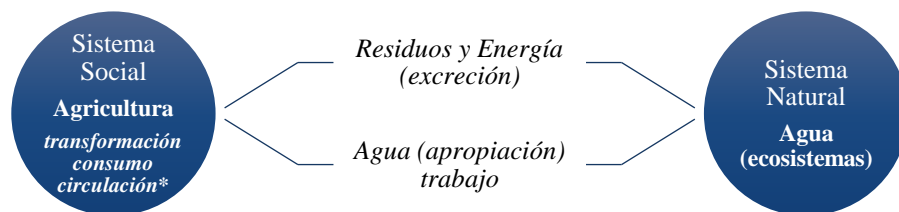


Ilustración 4. Intercambio de materia y energía, agricultura y agua; metabolismo rural. **Nota.** *Elaboración propia con base en Marten 2001, p. 29..*

2.3.1 La apropiación del agua

La apropiación (A) es un flujo de entrada de materia y energía al sistema social (Input). En la agricultura, representa la *posibilidad* de obtener diferentes medios de vida para la producción de cultivos en la parcela. Además, “es la forma primaria de intercambio entre la sociedad humana y la naturaleza” (Toledo, 2013, p. 47). Es decir, la apropiación tiene lugar en lo que Dussel (2015, p. 21) denomina *ciclo vital*, o “espiral de la vida”, ciclo primigenio de las comunidades primitivas, o paraíso anterior a la economía capitalista (Tesis 1).

$$\begin{array}{c} \text{Residuo} \\ \text{Residuo} \end{array}$$

$$\text{Sujeto vivo} \Rightarrow \text{necesidad} \Rightarrow \text{satisfactor útil (valor de uso)} \hat{\uparrow} \Rightarrow \text{consumo} \Rightarrow \text{sujeto (retorno)} \hat{\uparrow} \Rightarrow$$

En el mundo moderno, la relación *hombre-naturaleza* se manifiesta como un circuito de mayores flujos, mediante la *circulación*, complejizándose así el metabolismo primitivo hacia uno de mayor demanda de agua y otros materiales. En ese sentido, Toledo propone tres formas de apropiación, referente a relaciones sostenibles o insostenibles con la fuente de toda la vida, la naturaleza (Toledo, 2013):

Apropiación sin provocar cambios sustanciales en la estructura, arquitectura, dinámica y evolución de los ecosistemas y paisajes que se apropian. Aquí incluyen todas las formas conocidas de caza, pesca, pastoreo, (...).

El segundo caso se trata como actos de apropiación donde la acción humana desarticula o desorganiza los ecosistemas de los que se apropia, para introducir conjuntos de especies domesticadas (...), las formas de agricultura, ganadería, forestería, etc. En este caso se afecta la capacidad intrínseca o natural de automantenerse, autorrepararse y autoreproducirse.

Y la acción conservacionista, que busca la preservación o protección de áreas naturales intocadas o en proceso de regeneración (...). Resulta de utilidad porque genera servicios tales como el mantenimiento de la diversidad biológica (...), la *captación del agua*, la captura de carbono, (...) proteger las especies, patrones y procesos, (...). Se suprime todo acto de extracción de bienes del objeto de apropiación, al cual se busca preservar o proteger por su valor como suministradores de servicios (pp. 55-56).

La apropiación se manifiesta en estas formas de manera general. No sólo es el acto por el cual se *toma* un recurso natural, sino también el propósito, con una consecuencia. Esto hace la diferencia entre una unidad de apropiación y otra; es decir, y desde el punto de vista del agua, en una cuenca se concentran diferentes actividades humanas orientadas hacia una forma de extracción específica, sin embargo, aquellas que se caracterizan por el segundo

caso, tendrán efecto negativo en su entorno, y hacia otros subsistemas de apropiación: Metabolismos → urbano, industrial, *agricultura*, pesca, ganadería, etc., y sus interacciones.

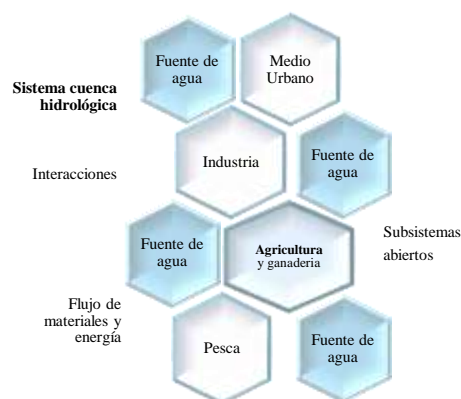


Ilustración 5. Subsistemas de apropiación interactuando como una *totalidad* (cuenca hidrológica). **Nota.** *Elaboración propia con base en la teoría de sistemas complejos (García, 2006).*

El segundo caso de apropiación, relaciones insostenibles, es el que caracteriza a la agricultura, aunque en diferentes grados de impacto que depende del *desarrollo de las fuerzas productivas*. Por un lado, el caso de la *agricultura moderna, agroindustrial*, que opera bajo un modelo de monocultivos, apoyada de la tecnología e innovación de granos y químicos para (des)nutrir la tierra, y de alto consumo de energía fósil. Por otro lado, y en contracorriente, la *agricultura tradicional, campesina*, basada en la diversidad de cultivos, menor dependencia tecnológica y de energía fósil, empleo de mayor trabajo humano o de animales. Por supuesto, la primera rompe el metabolismo primario (*ciclo vital*), llevándolo hacia la insustentabilidad. El segundo es de menor impacto posible, no destructivo y sostenible en el tiempo.

Dependiendo de los términos de la apropiación, la agricultura se definirá como una práctica insostenible o sostenible. Esto es relativo para ambos casos citados. Desde el mercado, la primera forma de apropiación es necesaria para obtener altos rendimientos. En contraste, la segunda forma de apropiación no está sujeta a la ganancia e implica mayor esfuerzo humano, y emplea poca tecnología. La segunda forma de apropiación implica menor degradación ambiental, porque se realiza una menor intervención a la tierra, y va orientado a las necesidades de la familia. El otro caso el producto se destina hacia el mercado, insertándose en una cadena de valor de alto impacto a la vida rural, no sostenible en el tiempo.

Ahora bien, independientemente del tipo de agricultura, el agua es una necesidad para ambos, e implica al menos tres condiciones de carácter natural, político y económico: 1) disponibilidad de agua en la cuenca; 2) un marco normativo que defina los usos y derechos; 3) organización del trabajo como PHU necesarios (Veraza, 2007a). Se subrayan estas condiciones como punto de partida de cualquier metabolismo (tal vez no las únicas), ya que son las que determinan los siguientes flujos del proceso metabólico. Corresponden a los límites de la naturaleza, la política que el *Estado* establezca para que el agua sea aprovechable, así como el trabajo y la infraestructura para que el agua llegue a su destino, respectivamente.

La primera condición, la disponibilidad del agua en la cuenca es una de las principales, de acuerdo al ciclo hidrológico, del que depende el cultivo agrícola. El cambio climático representa la mayor amenaza para la agricultura campesina, propicia efectos significativos en la dinámica natural del agua,²⁰ y en consecuencia en la producción de alimentos; el exceso o falta de agua son escenarios extremos de relevante atención. Corresponde a *procesos de tercer nivel* (García, 2006), a su vez, determinado por el sistema capitalista que basa su funcionamiento en la energía fósil, y en la manipulación climática, que alteran el ritmo natural del ciclo del agua.

En lo que respecta al marco normativo, el Estado actual se basa en instituciones e instrumentos para legalizar el aprovechamiento del agua (sistema de concesiones y asignaciones). Define prioridades de uso (y derechos) de acuerdo al contexto económico político, (des)orientándose hacia el crecimiento económico, que crea conflictos por la competencia del recurso, y motiva la escasez artificial del agua. Esto es parte de la política hídrica, donde la agricultura local es una actividad secundaria, ya que hay prioridad por lo doméstico y el crecimiento urbano (e industrial), y últimamente al agronegocio, un asunto que se aborda desde la gestión del agua.

La última condición de apropiación del agua tiene que ver con los PHU. El trabajo organizado *añade*, y la infraestructura hidroagrícola *transfiere*, valor al agua. En un ciclo

²⁰ El New York Times retoma la siguiente cita de un informe de la Universidad de Columbia: “En zonas donde disminuyen las lluvias el riesgo de que los conflictos menores crezcan para convertirse en guerras a gran escala se duplica aproximadamente al año siguiente (...). El término que usa el Pentágono para el cambio climático es “multiplicador de amenazas” (Kimmelman, 2017).

agrícola, se reconocen al menos tres modalidades de apropiación del agua: 1) riego de temporal (y tecnificado²¹), 2) riego rodado, 3) riego desde agua subterránea. Bajo cualquier PHU, cada modalidad implica un tiempo de trabajo y así mismo, un impacto a las fuentes de agua, principalmente la segunda modalidad que requiere del embalse de una gran masa de agua (presas). Veraza define los PHU como:

Productos del trabajo humano y por ello contienen valor y pueden, bajo determinadas circunstancias sociales, devenir en mercancías.²² Pero el agua no es ni puede ser mercancía porque no contiene valor, sino que sólo se le agrega el de dichos procedimientos. No puede asignársele un precio, ni ser sujeta al mercado, pues no se podría garantizar su acceso (2007a, p.5).

Dicho en otras palabras, el agua no es mercancía cuando se toma de la fuente primaria en estado natural; es resultado de un proceso natural a través del ciclo hidrológico. El agua de por sí es sólo un valor de uso, dicho de otra manera, un elemento útil, como fuente natural de vida. Es sólo un valor de uso en tanto no esté sujeto a la apropiación individual. Una vez que queda en apropiación individual puede adquirir un precio, pero no valor de cambio. Se convierte en una mercancía, aunque carente de valor. Su precio dependerá de la demanda y no del valor. El agua puede constituirse como expresión o contenido de valor de cambio (también expresado en el precio), como resultado de los procesos hidroútiles, que implica inversión de trabajo (vivo – presente y muerto – pasado) como procesos técnicos, organizativos y de gestión (extraer, distribuir, excretar o sanear los recursos hídricos), que permiten el acceso y la apropiación del agua, que median el metabolismo urbano-industrial-rural del agua en la cuenca.

El agua como valor de cambio (magnitud de trabajo invertido) toma contenido al extraerla, distribuirla, excretarla o sanearla, o por almacenarla, transportarla, potabilizarla; como procesos hidroútiles para conservar su valor de uso. Como tal, fuente natural de vida, el agua no siempre ni directamente es útil para el uso o consumo (depende de su calidad). En la medida de su integridad, el valor de uso del agua puede degradarse como resultado de su

²¹ Son las grandes ollas de captación empleadas en la agricultura moderna o *agronegocio*, la cual es diferente al riego de temporal como fuente riego natural.

²² Esta definición se refiere a procesos físicos, fisicoquímicos y biológicos, (y sus diferentes variantes), para que el agua sea aprovechada: captación, distribución, coagulación, cloración, saneamiento y otros procesos unitarios. Lo que determina el tipo de proceso es la distancia a la cual se encuentre la fuente de agua, la calidad de la misma, y el uso potencial. Implica, además, capacidades de los trabajadores para desarrollar estos procesos especializados o simples, desde que se capta el agua, el traslado de ésta al consumidor, y retorno al ambiente.

contaminación o corrupción. En esa medida requiere de trabajo (procesos hidroútiles) a efecto de reconstituir y conservar su valor de uso. Es de esperar que ese trabajo se valide en el precio. Sin embargo, puede ocurrir para los productores agrícolas que las tareas de extraer, distribuir, excretar o sanear los recursos hídricos, no aparezcan en el precio de sus productos.

En este caso, que podría implicar diversas razones y circunstancias, los productores quedan sujetos a relaciones de subordinación, dominación y explotación de su trabajo, en particular del que se despliega como procesos hidroútiles. Este escenario se estimula a través de la privatización y mercantilización del agua y de los procesos hidroútiles, que por ejemplo ocurre con los procedimientos para el saneamiento de las aguas urbanas que reintegran la calidad del líquido para su reuso, y evitar la contaminación de otras fuentes de agua, pero que en gran escala se concesionan a privados, abriendo la posibilidad de venta de las aguas.

En el metabolismo rural, y particularmente en la apropiación y transformación, el agricultor dedica su tiempo para que el agua (que tiene por derecho) se realice en su parcela. El *sujeto productor*, a través de sus medios, encausa o drena el agua de un sitio a otro cuando es necesario. Si el agua que requiere está a larga distancia, él dedicará varias horas más de esfuerzo; cada modalidad de riego implica entonces más o menos tiempo de trabajo y de organización social. En este proceso el Estado también tiene participación, al resguardar aquella infraestructura de mayor magnitud (presas); si este último se deslinda de alguna manera, recaerá mayor responsabilidad sobre el agricultor (en lo individual y colectivo).

Veraza considera acertadamente el concepto de *procedimientos hidroútiles* (PHU) para afirmar que el agua no una mercancía, únicamente se le añade valor. Y lo más importante quizá, “sólo se debe pagar lo justo por los PHU para que el agua llegue a su destino, no más...” (Veraza, 2007a, pp. 15-30). En condiciones ideales (agua de calidad), el costo por conducir el líquido a la parcela será equivalente al esfuerzo necesario (diferentes tipos de trabajo). Dicho argumento aplica para cualquier sistema organizado que preste *servicios* de agua (la esfera de lo público) para garantizar su acceso y disposición final adecuada. Para

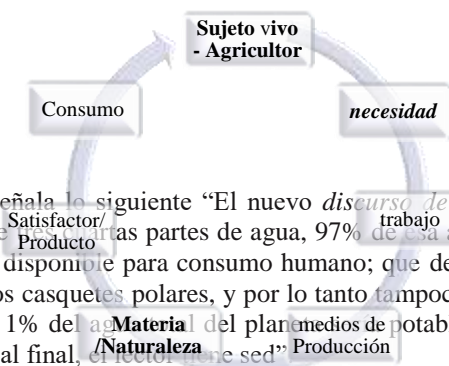
ello, el agua debe ser regulada y sostenida por el Estado (en un grado justo), y no dejar al libre *mercado* asignar eficientemente un recurso escaso.²³

En conclusión, la apropiación es un acto material, y la primera relación entre el agricultor y el agua. Depende de condiciones naturales, políticas y económicas. De ellas, destaca el valor económico del agua, adquirido a través del trabajo del agricultor (y como organización), mediante el cual, el recurso ya forma parte del sistema social. Este acto es considerado el más significativo, por el hecho de que el agricultor incorpora el agua a su metabolismo rural, en otras palabras, se apropia de ella como satisfactor indirecto para su tierra. Así, el sujeto necesitado garantizará el proceso para producir valores de uso.

2.3.2 La transformación del agua en valores de uso

La transformación (T) es el segundo momento material del metabolismo social. En este nivel de abstracción, también el productor dispone de modo directo de los medios para producir y, en el mismo sentido, se apropia del producto, es un productor privado e independiente, y con el propósito de analizar la lógica interna y general de la relación entre el agricultor y el agua, suponemos que en el transcurso de un año ha llovido suficiente (para cualquier modalidad de apropiación del agua), se tiene el derecho de uso del agua, y además el agricultor (*sujeto vivo necesitado*) ha contribuido con su parte (con o sin el *Estado*) para el funcionamiento de los PHU, es posible iniciar el *ciclo productivo* (Dussel, 2015), dentro del cual ocurre la transformación del agua (y otros materiales) en satisfactores susceptibles de consumo:

La transformación implica todos aquellos cambios producidos sobre los recursos extraídos de la naturaleza, los cuales ya no son consumidos en su forma original (por ejemplo, beber un vaso de agua); por ejemplo, la preparación de alimentos, (...) u otras modalidades más elaboradas como la *biotecnología*... (Toledo, 2013, p. 48).



²³ Porto-Gonçalves (2006, p.128) señala lo siguiente “El nuevo *discurso de la escasez (del agua)* nos dice que, no obstante que el planeta tiene muchas partes de agua, 97% de esa área está cubierta por océanos y mares, y que por ser salada no está disponible para consumo humano; que del 3% restante, cerca de 2/3 está en estado sólido en glaciares y en los casquetes polares, y por lo tanto tampoco está disponible para consumo humano; de esta manera, menos de 1% del agua del planeta es potable. Se trata de un discurso de la escasez de tal forma elaborado que, al final, el productor se sed”

Ilustración 6. Ciclo productivo o espiral productiva. **Nota.** *Dussel, 2015, p.26, Tesis 2, modificado.*



La labor del campo es una de las tareas de mayor esfuerzo en la sociedad. Significa que además de procurar la llegada del agua a su parcela, el agricultor previamente debe preparar la tierra para recibir la hidratación necesaria; visto así, ambos momentos suman el esfuerzo total añadido a los valores de uso cosechados (cultivos). En la transformación, el trabajo se realiza en al menos tres etapas generales: 1) la preparación de la tierra (barbecho, arado de la tierra, incorporación de nutrientes, revisión de humedad de la tierra), 2) siembra y cuidado de la planta (deshierbe, evitar plagas), y 3) cosecha (despepitar, desfibrar, otros). Las etapas son parte del ciclo productivo, dentro de las cuales se requiere distintos medios de producción:

Los medios de producción (medios de vida) son para el campesino el vehículo y la condición para ejercer de una manera independiente su fuerza de trabajo, y su relación con ellos, más que propiedad, es de apropiación mediante el proceso laboral (Bartra, 2006, p. 299).

Bartra enfatiza en la apropiación de los medios de producción como condición, que va más allá de ser propietarios de la naturaleza, con una concepción distinta a la apropiación capitalista como derechos de propiedad para el despliegue de la fuerza de trabajo a fin de mantenerse con vida; lo que convierte al agricultor en un *sujeto creador de valor*. El producto de ese proceso laboral en el campo es un valor de uso (cultivos diversos), el cual requirió de un tiempo socialmente necesario.²⁴

El proceso de transformación del agua en cultivos, se puede comprender a través del *proceso de creación de valor* en Marx, pero desde el punto de vista del agricultor. Se parafrasea algunos fragmentos del ejemplo del hilado (mercancía) que Marx utiliza para

²⁴ “El tiempo es la existencia cualitativa del movimiento, así como la existencia cuantitativa del trabajo. (...) El tiempo de trabajo es la sustancia viva del trabajo, indiferente de su forma, contenido, individualidad; es su existencia viva cuantitativa, al mismo tiempo que su medida immanente. El tiempo de trabajo materializado en los valores de uso de las mercancías es no solamente la sustancia que hace de ellos valores de cambio, y por consiguiente de las mercancías, sino que así mismo es la medida de su determinada magnitud de valor” (Marx, 1974, pp. 24-25).

explicar dicho proceso, en el cual se considera el algodón y el huso de hilar como materias primas. En este ejemplo, se sustituyen:

Para la producción del *Cultivo Maíz* (*Cultivo M* de aquí en adelante) en primer lugar, la materia prima correspondiente, digamos por ejemplo $x m^3$ de agua, x superficie de tierra, x bultos de semillas, x bultos de nutrientes, x litros de energía fósil, x desgaste de arado (dependiendo el desarrollo de las fuerzas productivas). El valor de las materias primas es de acuerdo a precios en el mercado.²⁵

En el precio del agua contiene ya, como trabajo social general, el trabajo necesario para su captación y distribución (PHU). Supondremos, además, que la infraestructura de conducción desgastada para llevar el agua, que representa para nosotros todos los demás medios de trabajo invertidos, posee un valor de x pesos. Si una masa de arado de x pesos es el producto de x horas de trabajo, tendremos que en el Cultivo M aparecen materializadas x jornadas de trabajo.

El tiempo de trabajo necesario para almacenar y distribuir el agua es parte integrante del tiempo de trabajo necesario para producir el Cultivo M al que sirve de materia prima, y se contiene, por tanto, en éste. Y otro tanto acontece con el tiempo de trabajo necesario para producir el arado sin cuyo desgaste o consumo no podría transformarse el agua (también trabajo pasado).

Así, pues, cuando se analiza el valor del Cultivo M, el tiempo de trabajo necesario para su producción, podemos considerar como fases distintas y sucesivas del mismo proceso de trabajo los diversos procesos concretos de trabajo, separados en el espacio y en el tiempo, que es necesario recorrer para *distribuir el agua* y la masa de arado consumida, hasta convertir por fin en Cultivo M el arado y el agua.

Ahora bien, es de una importancia extraordinaria, decisiva, el que, mientras dura el proceso de transformación del agua a cultivos, este proceso no absorba más que el tiempo de trabajo socialmente necesario. Sí, en condiciones normales, es decir, en las condiciones sociales medias de producción, durante un ciclo productivo a $2000m^3$ de agua se convierten en 1 ton de Cultivo M (en 1 ha) sólo podrá considerarse como jornada de trabajo de x horas en un ciclo agrícola aquella que convierta $x m^3$ de agua en x ton de Cultivo M. Sólo el tiempo de trabajo socialmente necesario cuenta como fuente de valor (Marx, 1975).

En este ejercicio se describe el *proceso de creación de valor* en la actividad agrícola. Por un lado, Marx representa un balance de materiales para la producción del cultivo M y de trabajo del productor (como flujos de entrada); el desgaste de las herramientas es una consecuencia, así como el producto (flujos de salida). El valor de uso es una “envoltura”, o producto de la transformación del agua, como PHU.

El agua es parte del proceso de producción, de la mano de otros medios, sin los cuales

²⁵ Nota: Valor \neq Precio en términos conceptuales. *Valor* implica horas de trabajo, mientras que *precio* implica dinero (valor de cambio). El valor es indispensable para la formación del precio, no a la inversa.

ocurriría su incorporación a la estructura orgánica del cultivo. Existe además un balance equivalente entre lo que entra y lo que se obtiene en dicho proceso de creación de valor. Por otro lado, el Cultivo M, u otros cultivos posibles, se pueden planear y organizar con base en el enfoque tradicional o moderno de la agricultura. En un caso, la diversidad de cultivos (*la milpa*) en una misma superficie, o bien, la producción de monocultivos. El ejemplo puede complejizarse tanto como sea necesario, acorde al tipo de agricultura.

Otras consideraciones. La calidad del agua es un criterio que favorece o limita el margen de decisión del agricultor para la siembra de diversos cultivos, como hortalizas o al estilo milpa (que también depende de la política agroalimentaria). Por otro lado, el proceso productivo excreta residuos al ambiente; mientras el modelo tradicional excreta materiales de origen orgánico e inorgánico, el modelo agrícola moderno contribuye con residuos de naturaleza tóxica. Por último, cuando ocurren eventos climáticos adversos, el trabajo realizado puede perderse totalmente, y el agricultor no podrá consumir el fruto de su labor, a pesar de haber dedicado mil horas de trabajo para disponer de agua, y de otros insumos.

En resumen, el proceso de transformación es el primer flujo intermedio del metabolismo rural. Es un proceso que requiere, en primer lugar, el esfuerzo del agricultor (en horas de trabajo) en sinergia con diferentes medios de producción; el agua como parte de estos medios representa un valor o trabajo pasado, que se suma al trabajo de la labor en la parcela. Así que el producto final refleja la suma de todo el esfuerzo necesario para cosechar un cultivo determinado. De aquí, el cultivo entra a la esfera de la circulación, o se lleva al (auto)consumo, o ambos casos; el agricultor decidirá, de acuerdo a sus necesidades o condiciones externas, la ruta del agua ya como cultivo.

2.3.3 La circulación: valor de uso → valor de cambio

La circulación (C) es un flujo intermedio del proceso metabólico rural. Implica la distribución y el intercambio de *valores de uso*. En este punto, cuando el cultivo se inserta en el mercado, el trabajo realizado se torna “invisible” ya que sólo es posible observar el producto final, la envoltura del agua y el trabajo (agua virtual). Esto mismo pasa con los PHU, y así sucesivamente con otros medios de producción que quedan ocultos en su nueva apariencia ante el mercado.

Aparece en el momento en que las unidades de apropiación dejan de consumir todo lo que producen y de producir todo lo que consumen. (...), Aquí inicia el fenómeno del intercambio económico. (...) La magnitud de C ha ido evolucionado desde la asignación no mercantil ni monetario hasta el intercambio mediado por el dinero, la propiedad privada y los mercados. Se ha construido una *red de intercambios* ligada a las transformaciones, por lo que *la antigua relación entre apropiación y consumo* se ha ido diluyendo según Toledo (como se citó en Toledo, 2013, pp. 49-50).

Una vez que el agua y demás insumos han interactuado con el trabajo del productor, el cultivo M está listo para ser (auto)consumido, o bien, ser intercambiado (para otros consumidores). Dussel sostiene que, hasta antes del sistema capitalista, esta relación tenía por propósito el *intercambio de equivalentes* entre comunidades (trueque), donde se distribuían los beneficios de la producción, pues era una economía de reciprocidad. El siguiente esquema muestra dicha relación social de intercambio:

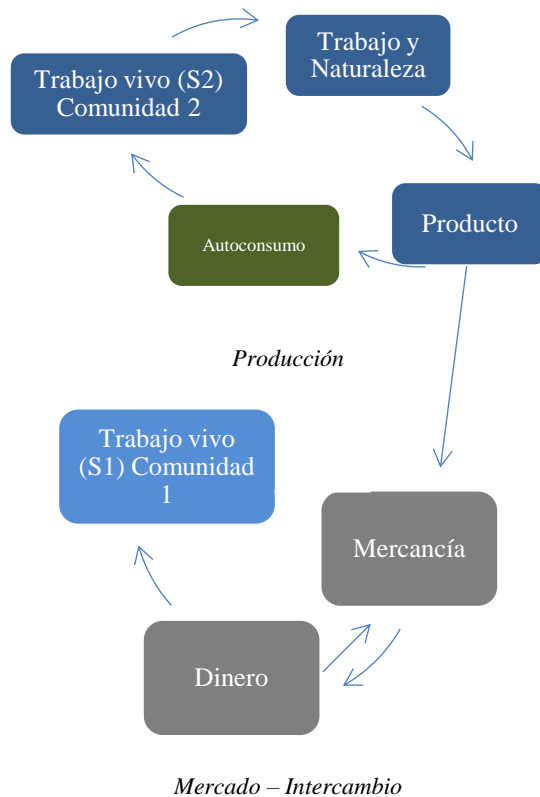


Ilustración 7. Esquema de la complejidad de la estructura relacional económica. **Nota.** Se reelaboró con base en el esquema de Dussel (2015).

Para efectos de esta investigación, se trata de intercambio de aguas, ya como producto final, expresado valor de uso o valor de cambio (agua virtual). Precisar esto es central para seguir la pista del agua en el mercado (como mercancía), y cómo se realiza en la esfera social. El mercado como mediación para realizar las mercancías, hoy día se configura en el contexto

capitalista. Este sistema no es recíproco porque fractura el metabolismo social, donde circula el dinero como *valor de cambio* (Dussel, 2015, pp. 38-42).

El dinero es otra mercancía que posibilita el intercambio en el mercado. Entonces, los valores de uso que fueron producto del proceso de transformación, se convierten ahora en un equivalente medido por esta otra mercancía. El dinero, como *medio* de intercambio, es la manifestación de la relación con la naturaleza, y entre productores en el mercado, no obstante, en el sistema mercantil, el dinero es el *fin*, y motivo de la riqueza social.

La materia (y energía) no se crea ni se destruye, sólo se transforma (principio de conservación); balance entre lo que entra y sale de los sistemas naturales y sociales. En el ciclo productivo teóricamente ocurre lo mismo. En este sentido, hay una equivalencia entre *valores* antes (agua, PHU y esfuerzo del agricultor) y después del proceso productivo (cultivo realizado). Cuando el intercambio se cumple en términos de este balance, ocurre una apropiación directa del trabajo por el agricultor que decide intercambiarlo como valor de cambio. El mercado, en particular, se expresa como la *gestión heterónoma del excedente* (Dussel, 2015); pero para fines del análisis desde el agricultor y el agua, se reconoce como una *relación no salarial*, ya que no vende directamente su fuerza de trabajo a un capitalista.

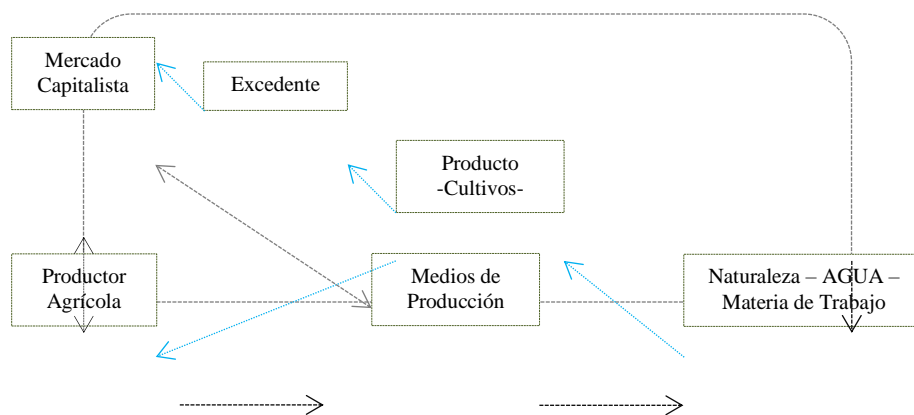


Ilustración 8. Gestión heterónoma del excedente del agricultor; flujos de agua, y relación con el mercado capitalista. El **Nota.** Fuente: Elaboración propia con base en Dussel (2015, p.54)

esquema representa la relación entre el agricultor y el mercado capitalista. En un primer momento, el agricultor requiere medios de producción para crear valor (cultivo), pero tiene dos alternativas en relación a los insumos y mano de obra.²⁶ Por un lado, la agricultura

²⁶ Por un lado, una agricultura y mano de obra familiar y comunitaria, y por otro una agricultura donde la fuerza de trabajo también está inserta en el mercado y por lo tanto es asalariada. Asimismo, el resultado de la

tradicional, y por otro la agricultura moderna. En un segundo momento, el agricultor debe decidir hacia dónde se va el cultivo, si para el autoconsumo, o bien, para el intercambio en el mercado.

El intercambio, dentro del contexto capitalista, es una mediación por la cual es factible despojar al agricultor del agua, de su trabajo y de otros medios de vida. El agricultor está sujeto a la *pobreza hídrica*, en el contexto de la sociedad capitalista, cuyo trabajo es enajenado a través de diversos mecanismos de la subsunción al capital.

En resumen, la circulación es un flujo de materia y energía que ocurre en el sistema social. Es el acto mediante el cual se intercambian valores de uso, pero ahora como valores de cambio. En este proceso, visto como un intercambio simple de mercancías, tanto el que vende como el que compra, deben recibir el equivalente a su esfuerzo expresado en valor de cambio.

2.3.4 El consumo: la realización del agua

El consumo (Co) es el último flujo intermedio del metabolismo social.

Este proceso puede ser entendido a partir de la relación que existe entre las necesidades del ser humano, social e históricamente determinados, y los satisfactores proporcionados por medio de los primeros tres procesos (A + T + C). No obstante, en muchas sociedades (sobre todo en sociedades de base energética orgánica) el nivel de consumo ha determinado el esfuerzo de A, T, C (sociedades agrarias, por ejemplo) ... (Toledo, 2013, p. 50).

El consumo se puede dividir en *directo* e *indirecto*. Desde el punto de vista del agua, cuando el sujeto orgánico aprovecha esta energía de vida para sí mismo y activar su metabolismo interno (sin procesos de transformación), es un consumo directo; simplemente saciar la sed o hacerse una limpieza. El segundo es cuando el sujeto (agricultor) lleva la misma energía agua para sí mismo, pero a través de diversos satisfactores (granos, leche y carne) que guardan *valor*, agua y el esfuerzo que el mismo añadió. Implica también el consumo de energía agua que otros sujetos necesitaron para producir vestido, calzado u otro satisfactor, que requiera el agricultor, y que por medio del mercado lo adquiere (división social del trabajo).

producción en la forma campesina irá a satisfacer una necesidad y por el otro lado, la agricultura moderna entra al ciclo D-M-D' donde D' es el dinero inicial más el dinero obtenido a través de la obtención de plusvalía y convertido en ganancia como fin último de la producción, es decir, agricultura capitalista.

El consumo indirecto también ocurre después de la compra de insumos para el proceso de *transformación*. Por un lado, el consumo de agua como granos, nutrientes, transporte, y otros. Por otro lado, el consumo de fuerza de trabajo o jornaleros, que equivale al agua interna del sujeto orgánico (el 70% de su constitución corporal). El consumo indirecto no es visible, pero mantiene activo el ciclo productivo, y el agua circula en diferentes manifestaciones de materia y energía. Este tipo de consumo se asocia al *agua virtual*, agua para los diferentes procesos productivos.

El consumo es la última parte del ciclo productivo, en el sentido de que el sujeto orgánico busca alimentarse de energía. En las comunidades campesinas este ciclo se cierra adecuadamente cuando el producto del trabajo, portador del agua, se suma como insumo para la reproducción familiar; la naturaleza transformada es por y para el mismo productor. En otras palabras, el esfuerzo del productor y la naturaleza agua regresan como una nueva fuente de energía y vida en la familia y comunidad de agricultores. De esta manera, es posible reiniciar el ciclo productivo, pues ya se ha afirmado la vida como un ciclo infinito e inherente a la naturaleza del ser humano (Hinkelammert y Mora, 2013).

Lo central es que el consumo no debe distanciarse del objetivo de la *satisfacción de las necesidades*. Sobre el consumo Dussel sostiene:

El sujeto necesitado se procura el satisfactor, como recolector, cazador o pescador nómada al comienzo de la historia; (...). Se denomina consumo al acto mismo por el que la posesión de la cosa se consume en la incorporación real del satisfactor en la subjetividad sentiente (el sujeto) (...). El consumo es la subjetivación (experiencia personal del sujeto) de la objetividad (valor de uso, trabajo concreto, mercancía; no cosificados), (Marx en los *Gundrisse*) (Dussel, 2015, p.22).

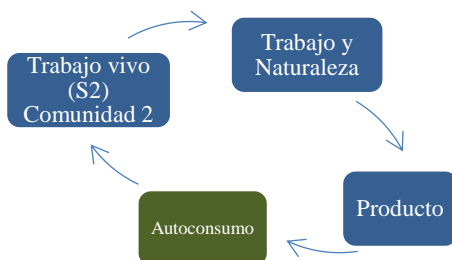


Ilustración 9. Nota. Trabajo del sujeto vivo, la naturaleza, producto del trabajo y autoconsumo.

Este modo de consumo difiere del capitalista, ya que el objetivo de satisfacer las necesidades se diluye al momento en que se subordina únicamente al mercado. Los sujetos

se convierten en objetos, cosificados como agentes económicos con preferencias y no con necesidades específicas. No se reconocen las condiciones sociales previas a la mercancía que consumen, realmente no importa la calidad de los satisfactores, ni su origen, mucho menos de las relaciones sociales de explotación del hombre y la naturaleza.

De alguna manera, diversas unidades productivas agrícolas de subsistencia forman parte en este tipo de consumo capitalista. Aunque mantienen los medios de producción bajo su cuidado (en muchos casos por la lucha agraria), la producción de valores de uso se subordina al mercado, mientras que el ingreso que se recibe por la venta del excedente es insuficiente. El ingreso o valores de uso es un medio de sostén para la unidad familiar, con el que reactivan su actividad productiva y compran otros valores de uso que no pueden producir.

En el contexto del intercambio, el agua no se consume en la unidad familiar, sino que en otras manos. La realización del agua (cultivo) para autoconsumo o la venta de la producción y consumo, de la diversidad de la tierra, *haciendo milpa* (Bartra et al., 2014), práctica de reciprocidad entre la tierra y agricultor.

En resumen, el consumo es la recta final y objetivo de la relación *hombre-naturaleza, agricultor-agua* (metabolismo rural), para volver a iniciar la espiral productiva (Dussel, 2015). Es la satisfacción de las necesidades del agricultor que se apropia y transforma el agua, para luego reactivar el ciclo productivo, como proceso inherente a su naturaleza como sujeto orgánico viviente.

2.3.5 La excreción y la (in) capacidad de absorción de los sistemas hídricos

La excreción (E) es el flujo de salida del metabolismo social. Toledo la define de la siguiente manera: “Acto por el cual la sociedad humana arroja materiales y energía hacia la naturaleza (...). Proceso que envuelve a toda la sociedad y todos los procesos metabólicos” (Toledo, 2013, p. 50).

Durante la transformación en la parcela, es inevitable la excreción de residuos. Esto se asocia al tipo de insumos que, dependiendo de la calidad de los mismos, habrá consecuencia o impactos en menor o mayor magnitud. Los insumos, agua, abonos o fertilizantes, u otros de alta toxicidad, como los fungicidas o plaguicidas, se consideran *residuos* cuando entran en contacto con la naturaleza, lo que implica una carga para los

ecosistemas, principalmente en la hidrósfera. La agricultura tradicional y la agricultura moderna transfieren diferentes residuos al ambiente, los cuales se asimilan favorablemente en la naturaleza, o, todo lo contrario, respectivamente.

La excreción de residuos va en compañía con el agua, que transporta todo tipo de materiales de naturaleza orgánica o inorgánica, suspendidos o disueltos. El agricultor como responsable de su parcela, tiene cierta facultad de decidir qué insumos suministrará al suelo, y usualmente se inclinará por los insumos que pueda adquirir de acuerdo a sus recursos y necesidades, o aquellos que el Estado provea. Si se trata de un agricultor que desarrolla la actividad tradicional, tendrá la oportunidad de emplear materiales que pueden reutilizarse más de dos veces en sus suelos, como el rastrojo o el estiércol de ganado. Si es un agricultor que integra materiales de origen sintetizado, no sólo gastará más recursos, sino que en el agua se incrementará la concentración de residuos de difícil o imposible asimilación por los ecosistemas acuáticos.

Este tipo de excreción se define como *contaminación difusa* o dispersa, no controlada. La descarga de desechos de origen agrícola tiene impactos negativos cuando se trata de la agricultura moderna, y prácticamente no hay manera, técnicamente hablando, de abordar el problema. Prevenir o evitar el uso de insumos de origen sintetizado y alta toxicidad es lo mejor. Rachel Carson ya había señalado los efectos adversos del uso de agrotóxicos; *Primavera silenciosa* fue un trabajo de investigación muy importante que ocasionó gran motivación de grupos ecologistas para rechazar este tipo de productos.

La descarga de residuos provoca que los cuerpos de agua vayan perdiendo su *capacidad de autodepuración*; esta es una propiedad de los ecosistemas acuáticos que consiste en la capacidad que tienen para diluir, asimilar y regenerarse a sí mismos, reincorporando los residuos a los ciclos biogeoquímicos. Si la cantidad y calidad de los residuos suspendidos o disueltos en el agua sobrepasa los límites que el cuerpo de agua puede asimilar, los ecosistemas mueren, así como sus funciones ecosistémicas²⁷. El valor natural se degrada, restando su potencial aprovechamiento en el sistema social y el mismo sistema natural.

²⁷ El ciclo hidrológico podía reincorporar y transformar los residuos en la naturaleza (a baja escala poblacional), con sus filtros naturales (cerros), los cauces con su sinuosidad y cascadas (entrada de oxígeno), la digestión microbiana, la sedimentación de sólidos en el océano, y la evaporación del agua a la atmósfera; a partir del desarrollo capitalista, los ecosistemas ya no pueden con la acumulación de residuos. Además, estos

La excreción se manifiesta en todas las unidades de apropiación de la cuenca, no sólo la agrícola. Por ejemplo, la excreción por *descargas puntuales*, que ocurren al final del tubo de algún proceso productivo industrial, drenaje de las ciudades, entre otros. Al encontrarse diferentes actividades en la cuenca, las excreciones se mezclan y provoca impacto nocivo al medio acuático, pero también a poblaciones aguas abajo de la descarga de residuos; lo que para unas actividades humanas representa excreción, para otras significa apropiación de esos residuos, y muchas áreas agrícolas están en esta última condición.

En resumen, la *excreción* es un flujo de salida del metabolismo social. En la agricultura ocurre mientras se lleva a cabo la *transformación*. Si el agricultor cuenta con insumos de una práctica tradicional, su impacto al ambiente será menor en relación al uso de insumos de la agricultura moderna, pues el daño es de difícil cuantificación, ya que se dispersan tóxicos que disminuyen la capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua, así como de la salud de quienes se exponen a esos residuos. En la cuenca, todas las excreciones se mezclan, y es motivo de que las fuentes de agua pierdan su valor natural para sostener la vida acuática, lo cual debilita el desarrollo de las poblaciones rurales que depende de ellas.

2.3.6 El ciclo hidrológico y los límites

El metabolismo rural es la relación entre el agricultor y la naturaleza, asumiendo que este sujeto vivo se concreta en el ámbito de la familia, y de la organización con otros productores, y de diferentes recursos naturales. Se ha abordado en particular su relación con el agua, como satisfactor indirecto en el ámbito de la parcela, desde que tiene la posibilidad de apropiación hasta su consumo como valores de uso (transformado). No obstante, durante la excreción, se pone en cuestión los efectos adversos de una práctica agrícola moderna, insostenible desde el punto de vista socioeconómico y ambiental.

Por ello, en este apartado se abordan algunas consideraciones básicas para una agricultura sustentable. Las características que podrían definir una agricultura ecológica y socioeconómicamente viable es, en primer lugar, que ésta sirva para quienes trabajan la tierra, y no para un mercado capitalista. En segundo lugar, es acceder a agua en cantidad y calidad adecuadas, tomando en cuenta los límites de extracción y los límites para excreción

se trasladan por *vía de la atmósfera, hidrósfera, litósfera e incluso cadena trófica*, que imposibilita reconocer los daños y origen.

de residuos (que se reincorporen a los ciclos biogeoquímicos). En tercer lugar, partir de las condiciones climáticas que determinan la *productividad primara* o de fotosíntesis (Leff, 2005), mediante la cual, los suelos y otros factores son base de una alimentación diversa.

Leff recomienda articular dos niveles productivos, como procesos complementarios. El primero, a nivel de la naturaleza, y el segundo, a nivel social de producción, mediante los cuales, se puede establecer una relación simbiótica entre la naturaleza y el hombre:

- a) Un nivel de *productividad natural*, orientado hacia la optimización de las funciones ecológicas (los ciclos energéticos, hidrológicos y de nutrientes) del medio en la producción primaria de especies útiles. La productividad de estos sistemas de recursos naturales dependerá de las prácticas productivas empleadas para potenciar el aprovechamiento de los ciclos naturales de formación de biomasa y las condiciones de conservación de los ecosistemas.
- b) Un segundo nivel de *productividad tecnológica*, basado en una red de técnicas y medios de producción utilizados en la modificación de la estructura productiva del ecosistema (tecnología ecológica), así como en la transformación industrial de sus recursos en satisfactores (Leff, 2005, pp.200-201).

En esta perspectiva, el ciclo hidrológico es central para establecer sistemas productivos sobre la oferta natural del agua en la cuenca. En contraste, la productividad natural en relación al agua, debe estar enfocada hacia prácticas de conservación de la cuenca para incrementar la *resiliencia* y oferta de agua. Desde la cuenca alta, mantener áreas de recarga como son los bosques con su flora y fauna.²⁸ En la cuenca media, donde se encuentran los asentamientos humanos e industrias, respetar cauces, cancelar las descargas de aguas residuales, prohibir la cobertura excesiva de los suelos (concreto), pues a través de ellos se infiltran las aguas a los matos freáticos y se evitan inundaciones. En la cuenca media baja, de actividades agropecuarias, aprovechar agua de reúso (en tiempos de no precipitación), en calidad adecuada para organizar una producción donde no se limite la diversidad de alimentos, de acuerdo a la vocación de los suelos. Y en la cuenca baja, cuidar una pesca que mantenga las cadenas tróficas.

²⁸ “La productividad sostenida de un ecosistema natural depende de la conservación de sus condiciones de estabilidad, que aseguran su eficiencia en la transformación de energía en biomasa. Este equilibrio dinámico de los ecosistemas es resultado de las relaciones interfuncionales que se establecen en el ecosistema entre las distintas poblaciones biológicas, así como de sus conexiones con los elementos físicos del medio (suelo, climas) que participan en sus ciclos naturales (biogeoquímicos e hidrológicos). Así podemos distinguir entre estabilidad de las comunidades bióticas y la estabilidad del medio referida a las fluctuaciones de los factores abióticos del ecosistema; pero sus funciones son interdependientes” (Leff, 2005, p. 205).

Para la agricultura, es necesario explorar estrategias productivas basadas en las condiciones climáticas y edafológicas que determinan la *productividad primaria*. Es la capacidad fotosintética de los trópicos que permitiría desarrollar *fuerzas productivas ecológicamente viables*, o técnicas adecuadas y de innovación de modelos tecnológicos apropiados (Leff, 2005, p.198). No hay necesidad de instalar un aparato productivo con capitales muy concentrados. En contraste, se trata de optimizar la productividad de los ciclos biológicos, para elevar la *productividad ecotecnológica* de procesos productivos.

En ese sentido, la agroecología es una alternativa para recuperar cultivos endémicos, para la *soberanía alimentaria*, opuesto al modelo agrícola moderno y tóxico. Con la introducción de la agricultura moderna se fracturó el metabolismo rural, siguiendo los planteamientos de Clark y Bellamy (2012), ya que la introducción de monocultivos reduce el *potencial productivo*, afecta la calidad del agua de los ecosistemas hídricos, rompe la cadena trófica, entre otras consecuencias. Leff (2005) enfatiza que el proceso de acumulación capitalista va en contra de la perspectiva ecoproductiva, pero es urgente sustituir esta lógica para un manejo sustentable de la cuenca, de sus recursos naturales y poblaciones rurales y urbanas.

En resumen, las actividades humanas en general, y las actividades productivas agrícola en particular, deben relacionarse con la naturaleza y los recursos hídricos de manera sostenible. Se debe organizar nuevos procesos productivos con base en la oferta natural del agua, cuidando los límites de extracción y excreción de residuos, y con la menor dependencia de energía fósil. La relación agua y agricultor debe ser además de reciprocidad, en el sentido de que él pueda satisfacer sus necesidades, y devuelva a la naturaleza prácticas de conservación como la agroecología.

2.3.6.1 La amenaza del cambio climático o alteración climática

El sistema capitalista ha consolidado su poder económico y político con base en la explotación de recursos naturales y el trabajo humano, pero con consecuencias no favorables para la vida. En particular, el ciclo hidrológico se ha alterado, pues el agua es una sustancia que cambia su estado de agregación conforme la variable temperatura, y los gases de efecto invernadero como el CO₂ y la destrucción de bosques, entre otros escenarios extractivistas, la transforman en una amenaza para el manejo del agua en la agricultura.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) a la fecha ha publicado cinco informes sobre *cambio climático*. El organismo internacional ha demostrado que es sumamente probable la influencia de las actividades humanas sobre el calentamiento del sistema natural, desde la revolución industrial, con efectos adversos para toda la población, en menor o mayor grado dependiendo de la localización. Trasladando este asunto al metabolismo rural, se proyectan algunos escenarios que de hecho ya son visibles:

El cambio climático (...) puede de modo significativo influir en el suministro para regadío, que depende de los aumentos de evaporación compensados o agravados por cambios de la precipitación. Por consiguiente, las temperaturas más elevadas, con una demanda mayor de evaporación para cosechas, significa que la tendencia general se dirigirá hacia un aumento de las demandas de agua para regadío.

La magnitud y la frecuencia de las inundaciones podrían aumentar en muchas regiones como consecuencia de una creciente ocurrencia de sucesos de precipitación fuerte que pueden también hacer que aumentara las escorrentías en la mayor parte de las zonas, así como la recarga de aguas subterráneas en algunas llanuras para alimentos.

La calidad del agua se degradaría aún más cuando disminuyera la circulación de agua (por efecto de la radiación solar sobre los cuerpos de agua contaminados), pero si aumentara la circulación podrían mitigarse hasta cierto punto algunos deterioros de la calidad del agua al aumentar la disolución (no necesariamente favorable si se presentan inundaciones en las tierras). (Notas complementarias). (IPCC, 2001, p. 9)

Arizmendi (2016) advierte el riesgo de la pérdida de importantes funciones ecosistémicas de los sistemas naturales a causa de la depredación capitalista, y de la no transición a energías renovables como la energía solar, buscando agotar hasta la última reserva de energía fósil. El autor analiza la tendencia y escenarios críticos, como límite que pone en riesgo la continuidad de la vida y que, “lejos de la dinámica del cambio climático”, habla de una *crisis ambiental mundializada*, contraria a la creencia de que, por ejemplo, la radiación solar es la causa principal con 0.12 vatios/m²; la radiación antropogénica se encuentra en 1.6 vatios/m², según el 4° informe de IPCC (p. 133).

El mismo autor además discute acerca de los cuatro circuitos geo y biofísicos de retroalimentación²⁹ de dinámica no lineal que afectarían al planeta (reporte del IPCC). 1)

²⁹ “Factores mediante los cuales el sobrecalentamiento por acumulación de gases invernadero, al saturar o desestabilizar los procesos de autolimpieza con los cuales cuenta metabólicamente el planeta azul, termina

La descomposición de los sumideros terrestres de carbón, es decir que se puede invertir la función de los sistemas boscosos en 2050, evento que ya sucedió en 2010 con la sequía en el Amazonas, donde hubo una emisión de 2.2 mmt de CO₂³⁰ 2) la alteración de los ciclos oceánicos milenarios que desequilibra los sumideros marinos de carbono; 3) la desestabilización térmica del albedo³¹ en el Ártico; y 4) la vulnerabilidad de las reservas de metano (CH₄) contenido en el permafrost siberiano, cuyo efecto invernadero es de 25 a 30 veces mayor al del CO₂ (Arizmendi, 2016, pp.141-143). Dichos eventos incrementarían la temperatura del planeta a niveles inimaginables de tolerancia, y en consecuencia efectos sobre el ciclo del agua, y a su vez en el metabolismo social (y rural).

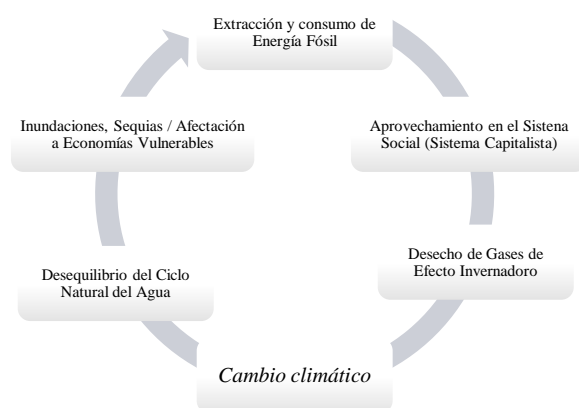


Ilustración 10. Origen del cambio climático y consecuencias en el sistema social. **Nota.** *Elaboración propia.*

El *cambio climático* es un factor o proceso de tercer nivel, superior al mismo sistema económico que lo propició, porque puede destruir las fuentes naturales que el sistema explota, siendo en sí una contradicción. Lo paradójico está en que busca nuevas fuentes naturales para seguir destruyendo, encareciéndose la vida, destruyendo el patrimonio biocultural. El escenario es la competencia por el acceso a los recursos como el agua, incrementa la posibilidad de conflictos sociales porque hay ventajas políticas para unos, por encima de otros.

activando la amplificación del sobrecalentamiento de una escala mucho mayor (...), en su peor escenario podría rebasar los 6° o llegar cerca de los 5° (...)" (Arizmendi, 2016, p. 138).

³⁰ A partir del mes de agosto de 2019 se han observado incendios de gran impacto en la selva amazónica relacionados con la industria cárnica, y respaldados por el gobierno de Brasil, según los reportes periodísticos. Así mismo, se dieron varios incendios más en regiones de África. Sin duda, estos hechos podrían acelerar los escenarios o circuitos de retroalimentación.

³¹ "Fenómeno físico de reflectividad de la superficie que se da en toda la tierra, pero, con la blancura, las vastas extensiones congeladas del Ártico reflejan al espacio exterior un alto porcentaje (aproximadamente el 80%) de la luz solar que reciben, contribuyendo así a un enfriamiento decisivo para el equilibrio térmico total del orbe; efecto invernadero" (Arizmendi, 2016, p.142).

El metabolismo rural enfrenta, por un lado, la amenaza de dichos escenarios en la escala local y de la cuenca, y, por otro lado, la práctica agricultura moderna basada en energía fósil. De alguna manera, las actividades como esta última han contribuido en alguna medida a que se manifiesten eventos catastróficos, así también por efecto de otras actividades humanas (industria, minería, deforestación, sobreexplotación de la fauna, etc.). En México, a partir de la política agroalimentaria neoliberal, el uso de grande maquinaria y el paquete tecnológico ha tenido gran éxito, dejando poco a poco en la pobreza a los agricultores. Para contrarrestar la crisis ambiental y socioeconómica, es necesario cambiar las prácticas agroalimentarias de manera urgente, con el respaldo del Estado.

La vía para mitigar los efectos de este fenómeno, radica en la organización de la población y en el cambio de los patrones productivos extractivistas y patrones de consumo fosilista. La adaptación empieza por reconocer la amenaza, y fundar una cultura económico productiva en los términos que plantean diversos autores críticos del sistema como Leff (2005). De otra manera, las poblaciones son más vulnerables a los imprevisibles eventos climáticos. Los agricultores están más expuestos, principalmente los campesinos y, en consecuencia, todo el esfuerzo que dedicaron en un ciclo agrícola para transformar el agua y otros recursos se desaparece de un momento a otro.

2.4 La gestión del agua

Desde el punto de vista del manejo del agua, este recurso se concibe como satisfactor para el sujeto vivo necesitado (agricultor). Representa un medio de vida y medio de producción para la reproducción social. Como se ha señalado, la posibilidad de que el agua se constituya en un satisfactor o un valor de uso, reside en el esfuerzo que el sujeto añade al agua para hidratar la tierra, consumo indirecto (energía exosomática), y lograr cultivos diversos para consumo directo (energía endosomática). Pero el agricultor no produce el agua, sólo le añade valor, por lo que este es equivalente al tiempo de trabajo, recursos y medios que dedicó en llevarla hasta su parcela. El objetivo final es que el agua (cultivo) sea aprovechada en la familia. En esta perspectiva, el *manejo* es un proceso material que se analiza desde lo *socioeconómico*.

En complemento para el análisis de este concepto, cuando se trata de la gestión del agua, se remite el análisis desde el campo *político*. Partiendo del metabolismo social, el manejo del

agua se explica mediante las categorías materiales ya expresadas. En lo que respecta a la dimensión inmaterial, se define como la parte blanda o subjetiva del proceso metabólico; Toledo la asocia con lo intangible, el contenedor, o el software, que necesariamente se articula con la dimensión material. “Expresa relaciones estrictamente sociales como la familia, el mercado, las reglas de acceso a los recursos, el poder político, el parentesco, el apoyo recíproco” (Toledo, 2013, p. 52).

En la dimensión inmaterial caben diferentes aspectos de las relaciones sociales. En ese sentido, se define la gestión del agua como un *acto político*, y todo lo que eso implique en torno al recurso agua, desde el trabajo en la parcela, hasta la relación que el agricultor tiene con otros actores en la cuenca, ya que es importante ser parte de una comunidad donde se pueda participar, opinar y decidir sobre el agua. Esta dimensión del proceso metabólico se puede estudiar por sí misma de manera profunda, como las relaciones sociales desde el campo político, tratando de vincular con la categoría del manejo del agua.

Cuando se observa al sujeto vivo necesitado y creador de valor desde la dimensión política, se asimila como un sujeto con capacidad de organizarse para *hacer posible o factible* la satisfacción de sus necesidades a través del agua, no sólo en lo fisiológico propiamente, sino como un recurso que puede cruzar cada una de las necesidades que expresan Max-Neef et al. (1998), en diferentes niveles de manifestación del recurso. Es el hecho de que éste medio de vida se realice, en tanto insumo del productor, como valor de uso en el ámbito familiar, pero también, en la comunidad. Por ello, la posibilidad de organización, diálogo, participación, acuerdos, toma de decisiones y acciones encaminadas a este objetivo, se define como *gestión del agua*.

En este proceso también se abordan los conflictos por el agua. Por un lado, entre determinada población que comparte una fuente de agua para que se garantice el acceso a todos. Por otro lado, considerar el contexto cuenca porque se establecen diferentes relaciones con el agua, y puede ser motivo de controversias. Los motivos del conflicto pueden ser por la cantidad que se asigna a unos por encima de otros (sin justificación que atienda al interés social), el no reconocimiento de derechos, así como por la calidad de agua susceptible de aprovechar. La interrelación de múltiples actores, niveles de gobierno y

sociedad civil, incrementa la complejidad del manejo del agua a nivel cuenca y, en consecuencia, los conflictos sociales.

La gestión del agua implica la participación social, como una necesidad humana que el sujeto tiene derecho a ejercer en su entorno social. La movilización de los sujetos es el *satisfactor* mediante el cual se buscaría participar en torno al agua y la crisis. No obstante, la participación social no se puede ejercer en el capitalismo, porque el agua es una “mercancía” y objeto de competencia para controlar su apropiación, y la *circulación* de valores de uso. Hay intereses económico-políticos que superan la capacidad o poder político de los sujetos, claro ejemplo es la megaminería a cielo abierto que destruye la bioculturalidad (Sedado, 2015), entre otros proyectos a los cuales el Estado garantiza el agua sin consideración y valoración real de los impactos socioambientales.

Dussel (2014) propone una serie de categorías para comprender el ejercicio del *poder*. Su planteamiento es pertinente ya que se subraya en primer lugar el origen del poder político, la base de toda forma de poder institucionalizado que, al delegarse en un personaje de la sociedad se manifiesta en *servicio*, o lo contrario, como servil o *poder fetichizado*. El resultado es que las representaciones (actores sociales) hacen lo posible para responder a las necesidades de la base, o todo lo contrario, se alejan a tal grado que manifiestan acciones en contra del pueblo.

Cuando las decisiones se centralizan y no se consultan con la base social, origen del poder político, el poder delegado deja de responder de manera adecuada. La centralización del poder no resuelve, por el contrario, quien asume el poder tiende a alejarse de los propósitos de la vida, cuando se asume el *poder en sí mismo*. A pesar de ello, se ha visto que cuando el poder se ejerce desde y para la misma base social, los resultados son satisfactorios (Ostrom, 2009), involucrándose instituciones formales y no formales.

La idea de este apartado es subrayar algunas categorías para analizar la gestión del agua. En primer lugar, el origen del poder político. En segundo término, la relación entre la *potentia* y la *potestas*, conceptos que se asocian a los sujetos (agricultor) y las instituciones formales que ejercen poder. Finalmente, se discuten algunos criterios para la gestión sustentable del agua, que se suman a la propuesta de manejo sustentable del agua.

2.4.1 El agricultor, el origen del poder político, y el ejercicio del poder

El *sujeto* es una categoría central en la teoría crítica, que se refiere al ser humano orgánico, con necesidades concretas, pero con la capacidad de crear valores que serán la fuente de su existencia. También, ese concepto hace referencia al entorno político-económico en el que se desarrolla dicho sujeto, muchas veces en desventaja para él. Entonces, por un lado, el ser humano está restringido (por determinaciones externas), pero al mismo tiempo, es el único capaz de transformar sus condiciones de vida cuando se organiza; es un ser social dual, activo o pasivo, ante el entorno en que se encuentra. El primero para defender sus medios de vida, y el segundo para sobrevivir sin acción alguna, a pesar de las limitaciones materiales que atraviese.

La categoría de sujeto es un referente fundamental para caracterizar al agricultor campesino. En relación a la gestión del agua, es la base para reconocer el *origen del poder*. El Estado se organiza para disponer el agua a través de instituciones formales. El agricultor también se organiza como comunidad, y es otra forma de poder para proveerse a sí mismo el recurso disponible con sus propios medios. Además, esta referencia podría incorporar a los agricultores de tipo agroindustrial, en la medida que ambos se organicen cuando comparten alguna fuente de agua en común, sin embargo, habrá que analizar en qué medida tienen mayor o menor peso político, y conocer sus intereses particulares que se contraponen (la racionalidad reproductiva y la racionalidad económica, respectivamente).

El sujeto participa en diferentes campos,³² que en su conjunto forman el *mundo cotidiano o totalidad*, incorporándose a él de diversas maneras: la familia, la vida de barrio, los estratos sociales y políticos, entre otros espacios socialmente construidos o acuerdos para la convivencia comunitaria. Estos a su vez son *dimensiones de la intersubjetividad* al encontrarse en una comunidad, los cuales tiene individualmente voluntad propia, y cierto poder (Dussel, 2006).

La intersubjetividad son esas relaciones entre sujetos que se construyen en la cotidianidad, y el sujeto es parte de esta red social. Crea vínculos con otros nodos (o sujetos) a partir de

³² Es un concepto que Enrique Dussel expone de manera aproximada al de Pierre Bourdieu, que permite ubicar niveles de acciones y las instituciones políticas, donde el sujeto opera como actor en diferentes espacios de acción. En el campo se ubican sistema y subsistemas, pero también el campo pertenece a la totalidad del “mundo de la vida cotidiana” (Dussel, 2006, p.15).

sus necesidades concretas, por ejemplo, para producir un bien económico o para acceder a otros productos en el mercado que no puede producir. Es un ser vulnerable a la *entropía* y busca sobreponerse ante factores que puede arrebatar su vida; busca permanecer en la vida y postergar la muerte como afirma Hinkelammert y Mora (2013) (inevitable de la naturaleza de los seres orgánicos).

El *poder* surge de las necesidades del sujeto, a partir del cual despliega su capacidad de crear valor para negarlas. “El hambre es falta de alimento, la sed falta de bebida, el frío falta de calor, la ignorancia falta de saber cultural, etc.) que deben ser negadas por satisfactores (el alimento niega el hambre: negación de la previa negación o afirmación de la vida humana”. (Dussel, 2006, p.24). Su *voluntad-de-vida* o voluntad de querer vivir es entonces el origen del poder político, la misma que define a *la política* como una práctica que se cruza con la dimensión socioeconómica, que, en esencia, es una actividad noble, dirigida a que los miembros de la comunidad puedan desarrollarse a través del *servicio*, orientado a la apropiación y organización social del trabajo para transformar los recursos naturales.

El agricultor es *poder* en sí mismo. El trabajo que desarrolla en su parcela es la base para realizar la vida. Desde esta perspectiva, el agua es un satisfactor insustituible para hacer producir su tierra, y el *querer* consumirla (indirectamente) convierte al agricultor en un sujeto con capacidad o *poder*, haciendo posible que ésta sea parte de sus medios de producción (PHU). Esta idea es análoga a la concepción de necesidad como *potencia* en Max-Neef et al. (1998); para ejercer ese poder como potencia, el agricultor tiene la alternativa de la organización como sujeto. Es la posibilidad de unir diferentes voluntades-de-vida, siempre a través del *consenso*.

Cuando las voluntades se unen, se puede formar una organización sólida para ejercer su *poder* como una sola voluntad; aunque con limitaciones para llegar a acuerdos homogéneos, o consensos, porque cada individuo posee sus propias opiniones y juicios de valor sobre cómo ejercer el poder colectivo. No obstante, el sujeto como organización, tiene más posibilidades de que se garantice el derecho a los recursos cuando se vea amenazado el circuito natural, (agricultor-agua). Esto depende de que los miembros participen y lleguen a acuerdos donde se tomen en cuenta las voces de todos, o demandas concretas.

El conjunto de esas voluntades es un poder que se transfiere (como servicio). Se delega poder, pero ese poder es de la comunidad desde siempre, denominado *potentia*. No importa cuanto se intente borrarlo o apagarlo. La *potentia* (el poder *en-sí, como una semilla*) está constituida por cada uno de los individuos, que como nodos vivos se articulan como una red con un solo poder. De este poder emana otro poder denominado *potestas* (*poder fuera-de-sí, como un árbol*) que tiene la función de representar y trabajar con base en la voluntad de la comunidad, que se constituye como un poder organizado o institucionalizado.

El agricultor, al ser un sujeto individual o colectivo (*potentia*) se organiza para la política. En lo individual cabe la inquietud de participar como representante en determinados servicios como son los del agua. Se constituye una estructura de servicios, tanto al interior de su comunidad como al exterior de ella, para hacer posible los PHU. Querer participar es una necesidad legítima e imprescindible, que permite consolidarse como un sujeto activo para contribuir con su entorno social, y buscar los medios para cubrir la necesidad de saciar la sed de sus tierras. Este es un nivel de gestión desde el individuo agricultor.

En un segundo momento, si este agricultor es respaldado para representar a su comunidad, se ha consolidado ya como *potestas*. El poder que ejerce es por y para quienes lo eligieron, al menos es la expectativa de sus representados. No obstante, el poder que tiene como servicio está dispuesto a controversias externas. Su poder por lo tanto es limitado. En su comunidad se reúne con otros representantes, tal vez con perspectivas distintas, con quienes tiene el reto de comunicarse, discutir, llegar a acuerdos, y tomar decisiones. La capacidad que tenga para poner en la mesa las demandas de su comunidad será una cualidad necesaria (que se tiene o se puede aprender), pues tiene la responsabilidad de regresar a dar cuenta de ello.

Por otro lado, en el exterior se encuentran otras *voluntades* distintas a las suyas (y las de su organización), con las que es necesario confrontar. Desde la mirada de la cuenca, existen estructuras de representación social (no necesariamente todas organizaciones sociales o instituciones no formales), donde el agricultor se encuentra con otros poderes. Cuando se trata del agua, la reunión de representantes suele ser un espacio de conflicto, principalmente porque el manejo del agua es insostenible. Por un lado, en la apropiación del agua, al haber

ventaja del agua para unos por encima de otros, y, por otro lado, en la excreción de residuos que afectan a terceros.

Aquí, el agricultor debe ser capaz de mantener las demandas de sus representados, en la medida de la negociación. Sin embargo, su poder es aún más limitado en este nivel, y necesita el apoyo de su base. Puede transformarse en un *poder centralizado*, lo que no resuelve las controversias, y quizá se torne en un poder corrompido si no se le apoya y vigila. Si en cambio, la comunidad respalda a su representante, en la presencia o compañía cuando sea necesario, su poder será tan grande que podrán resolver sus inquietudes (o sólo avanzar parcialmente). Cuando otros buscan ejercer un poder corrompido en contra de la comunidad, la única vía es la organización como presión.

Cuando se habla de gestión del agua, se asimila a una organización, capaz de defender su derecho al agua, en cantidad y calidad suficiente para realizar el metabolismo social (rural), así como otros medios para completar el circuito natural o metabolismo social. Se trata de participación amplia, discusión de los asuntos del agua, y de transformación de las instituciones formales corrompidas (*potestas*); que las instituciones se transformen o desaparezcan, como un proceso entrópico (Dussel, 2006).

2.4.2 La democracia del agua y prioridades de uso

Max-Neef et al. (1998) afirma que existe un gran desafío del quehacer político en una sociedad. Cada vez más surgen conflictos sociales, ya que las estructuras de poder formales se han fetichizado, ignorando las necesidades sociales, encausando los recursos naturales hacia el servicio del capital. Es necesario regresar a la vía del *poder como servicio*, y escuchar las emergentes voces sociales inconformes por la política.

Ostrom (2009) ha documentado diferentes casos donde la organización de distintos actores, instituciones no formales, han avanzado en el manejo de recursos de uso común ante la degradación de los mismos. Ostrom afirma que estas formas de gobierno emergentes pueden establecer reglas y sanciones adecuadas, fuera de las estructuras políticas formales, las cuales sólo deben acompañar a la sociedad, y no imponer las reglas. La autora sostiene que estas instituciones no formales son capaces de generar acuerdos para el manejo

sustentable de recursos como el agua³³; tal es el caso de tres cuencas en California, amenazadas por la intrusión salina del Pacífico, motivo por el que la sociedad organizada logró detener un potencial problema que contaminaría el agua subterránea.

Por ello, uno de los retos de la gestión del agua, es sustituir la visión tecnocrática y mercantil que define planes y programas desde arriba. Cuando se observa al agricultor sometido a dichas estructuras de poder, su capacidad de ejercer las voluntades de los miembros de su organización se debilita, no por ello su poder desaparece. A pesar de que los agricultores son capaces de definir sus propias reglas de manejo del agua, los gobierno no han tenido la voluntad de tomarlos en cuenta.

Shiva (2013) narra la existencia de movimientos sociales para la conservación del agua. A través de su trabajo, de cuidados necesarios y de la solidaridad, han sido una alternativa positiva ante los monopolios del agua, para consolidar la *democracia del agua*; “los planes maestros que el pueblo ha proporcionado demuestran que es posible crear abundancia de la escasez” (pp.134-135). Además, la autora recupera *nueve principios para la democracia del agua*, con base en la *Carta de Derechos Ambientales Comunitarios* que a continuación se sintetizan:

1. El agua es un regalo de la naturaleza. Actuar con reciprocidad.
2. El agua es esencial para la vida. Toda especie tiene derecho a su ración de agua.
3. La vida se encuentra estrechamente relacionada por el agua. Respeto a toda la vida, somos parte del ciclo del agua.
4. El agua con fines de subsistencia debe ser gratis. Sin fines de lucro especialmente a poblaciones en desventaja económica.
5. El agua es limitada y puede acabarse. No usar más de la que sea permitida por el ecosistema.
6. El agua debe preservarse. Conservación de todas las fuentes de agua.
7. El agua es un bien comunal. No puede ser propiedad privada, ni mercancía.
8. Nadie tiene derecho a destruir. Evitar permisos para contaminar.
9. El agua es insustituible. No es una mercancía, el hombre no la creó (Shiva, 2013, pp. 50-51).

El reto es que dichos principios se ejerzan mediante la acción social o colectiva. Entre ellos, se subraya el cuarto principio, porque las comunidades agrícolas de subsistencia no deben

³³ No en todos los casos documentados hay éxito, no obstante, aquellos que han logrado avanzar en la organización política son un referente de experiencia que va construyendo un nuevo gobierno en torno a los recursos naturales.

pagar por ella, solo el costo necesario para que llegue (PHU), y cuando sea necesario porque así se garantiza su labor en el campo y del resto de la población que demanda alimentos en lo local y nacional. Así mismo, se retoma el principio ocho, pues uno de los principales problemas ambientales ocurre por la excreción de residuos contaminantes, provenientes de metabolismos de alto consumo energético, lo urbano, industrial, y actividades altamente extractivas petroleras o mineras, entre otras. En este contexto, las comunidades de subsistencia son las más afectadas, y las menos consideradas en los planes del Estado.

En este punto, y con base en los principios antes expuestos, una política hídrica sustentable debe partir del (re)conocimiento de las funciones del agua en lo social y en los ecosistemas naturales. Arrojo (2006) propone cuatro funciones del agua, un punto de partida para establecer prioridades de uso del agua:

1. El agua en funciones de vida, relativas a los derechos humanos.
2. El agua en funciones de servicio público y de interés general, como derechos sociales
3. El agua en funciones de negocios legítimos, relativo a los derechos privados e individuales para mejorar el nivel de riqueza y bienestar.
4. El agua en funciones de negocios ilegítimos que deben ser combatidos por la ley.

Cada una de estas funciones conecta con derechos que cualitativamente se encuentran en niveles diferentes, exigiendo prioridades diferenciadas, así como *criterios de gestión* bien diferenciados (p.48).

Barkin (2006) ofrece una versión modificada sobre el plano político, plasmadas en la legislación mexicana:

1. Agua como derecho humano.
2. Agua para las necesidades ambientales.
3. Agua para los usos sociales y comunitarios.
4. Agua para el *desarrollo económico*.

La asignación del agua se define desde los gobiernos y la política bajo determinados intereses a nivel internacional. La política actual que da prioridad de uso al desarrollo urbano e industrial no se corresponde con lo que Arrojo y Barkin señalan. Es necesario establecer otros criterios para marcar una nueva ruta del agua que sea para la producción de alimentos necesarios, y ampliación de la red de agua en áreas periféricas de bajos recursos, por ejemplo. Hoy en día, la agricultura campesina no tiene un lugar central en la política de Estado, y, por otro lado, el agronegocio orientado al monocultivo para la exportación tiene

ventajas no regulado (captación de agua de lluvia), pero debería estar en el último lugar de asignación, aunque bien vigilado para evitar la sobreexplotación. Por ejemplo, el monocultivo de aguacate que afecta las necesidades ambientales como ocurre en Chile, y que en Michoacán cada vez más incrementa el cambio de uso de uso e incrementa la demanda de agua.

En resumen, la gestión del agua es un acto político que debe construirse desde la sociedad organizada, y avanzar hacia la democracia del agua, como proyecto alternativo al modelo de gestión establecido por las instituciones formales, que muchas veces ejercen un poder fetichizado. Los agricultores como parte de la sociedad, deben hacer factible su poder, o *voluntad-de-vida*, para que se concrete el circuito socio-natural, o metabolismo rural, de manera que se garantice la reproducción social, bajo criterios que se orienten para la vida por encima de intereses individualistas.

2.4.3 La racionalidad económica y la racionalidad socioecológica

El agua como recurso se encuentra en controversia por dos *racionalidades* que, a lo largo de este marco teórico, se han puesto en contraste. Por un lado, la que define el destino y su aprovechamiento para el lucro. Por otro, la que sostiene que el agua no es una mercancía, y que debe privilegiarse su uso para la vida de los seres humanos y no humanos. Ambas racionalidades caben para comprender la relación agua-agricultor desde el manejo y gestión.

Los críticos del sistema capitalista sostienen que la *racionalidad económica*, o también denominada *racionalidad instrumental (medio-fín)*, es lo económico en términos crematísticos. El agua está sumergida en esta lógica, en procesos productivos que la convierten en múltiples mercancías. Hinkelammert y Mora (2013) proponen una *racionalidad material y reproductiva* de la vida humana, que subordine la racionalidad instrumental para la reproducción social. Los valores de la competencia, la libre empresa y los derechos de propiedad no deben formar parte de los valores de la sociedad, sino aquellos como la cooperación y los derechos comunitarios a los medios de vida para la producción y reproducción de la vida.

Por su parte, Leff propone una *racionalidad ambiental*, alternativa a la “*racionalidad económico-tecnológica-formal-instrumental-dominante*”. La racionalidad ambiental es una

oportunidad para repensar la relación del hombre con la naturaleza, fundada en la articulación a procesos ecológicos, tecnológicos y culturales que constituyen un *potencial ambiental de desarrollo sustentable* (Leff, 2004, pp.1184-1185): integración de valores de la diversidad cultural; los potenciales de la naturaleza; la equidad y democracia.

En síntesis, la racionalidad económica y la racionalidad reproductiva (o socioecológica) reflejan dos perspectivas en controversia que disputan el agua (naturaleza), la primera respaldada por el *poder fetichizado*, y la segunda como una manifestación legítima para afirmar la vida. Ambas racionalidades determinan formas particulares de manejo y gestión del agua, pues la racionalidad define la manera en que la sociedad piensa y se relaciona con la naturaleza, a través del trabajo responsable o la explotación de lo social y natural.

En la vida rural, donde se lleva a cabo la agricultura campesina, la racionalidad que las define está orientada a la reproducción de la vida. Se desarrolla el presente marco teórico en función de las familias que en muchos casos están subordinadas a la lógica mercantil, al incorporar en alguna medida la práctica agrícola moderna, o a través de la venta de una parte de su producción, sin cambiar el objetivo de que a través de lo producido y de la realización de actividades comerciales y artesanales se solventa la satisfacción de las necesidades de la familia (Chayanov), ni tampoco el tipo de fuerza de trabajo que interviene en la producción, es decir, la familia y algunas veces miembros de la comunidad sin que medie el salario.

2.4.3.1 La Racionalidad del agricultor campesino es reproductiva

Cuando se estudian las comunidades rurales, se encuentran en general tres perspectivas. La primera es cuando se observa al campesinado dentro del contexto capitalista, y se visualiza en el futuro un mundo homogéneo sin comunidades campesinas. El segundo observa especificidades de las comunidades agrarias y enfatiza en cómo las prácticas tradicionales han permanecido en el tiempo, sin embargo, las desvincula de su contexto capitalista; “el primero es, naturalmente, - descampesinista - y - campesinista - el segundo” (Bartra, 2006, pp.179-180).

Bartra parte del modo de producción capitalista para analizar las especificidades regionales, sectoriales e históricas de lo agrario, como una propuesta teórica crítica al contexto capitalista en el que se desarrollan las unidades campesinas.

Refuncionalizadas por el sistema y su mercado, buena parte de las aldeas campesinas de nuestro país responden más a la lógica de la circulación capitalista que a la racionalidad socioeconómica de la reproducción comunal, más a las necesidades de acumulación del capital que a los requerimientos de la producción campesina (Bartra, 2006, p.282).

Aunque las prácticas agrícolas de estas unidades han girado hacia el mercado, su racionalidad responde a sus necesidades, y no propiamente a la acumulación. Bartra sostiene la tesis de que el concepto de campesinado es de una *clase explotada*, con mecanismos que lo permiten, pero también con posibilidades de resistencia (gestión). Esto es cuando se observa al agricultor en el intercambio desigual de valores, o la adquisición de insumos para la transformación, y el trabajo no pagado.

La racionalidad que define a la unidad socioeconómica campesina (USC) tiene tres rasgos, en contraste con la empresa capitalista:

1. La célula económica campesina es una unidad de producción y, a la vez, de consumo final o “improductivo”,
2. El trabajo que la unidad socioeconómica campesina despliega con sus propios medios de producción no constituye el consumo de la fuerza de trabajo como mercancía cuyo valor puede medirse por el salario, y
3. En ella el trabajo orientado a satisfacer las propias necesidades es el elemento organizador de la producción” (Bartra, 2006, p. 287).

Al compararse con la racionalidad económica (Hinkelammert y Mora, 2003), definida como *condiciones formales de existencia*, hay condiciones importantes a la racionalidad de la USC. En primer lugar porque la producción tiene un propósito de subsistencia y no de acumulación, el cual dirige la producción y reproducción. Además, el trabajo no es una mercancía, es una *capacidad*, un ingrediente más para la producción, necesario para establecer la relación con otros medios de la naturaleza como *el agua (la volunta-de-vida)*. “El campesino es primordialmente un trabajador y secundariamente un propietario, o más rigurosamente, su posesión es sólo un medio para ejercer directamente su labor y se *apropia* de ella en el ejercicio mismo de su capacidad laboral” (Bartra, 2006, p.293).

El agricultor hará uso de la tierra, el agua y otros medios para organizar la producción en función de sus necesidades, que no implica poseerla como un objeto, de hecho, es lo que le da su identidad como productor, como si fuera la tierra una parte de su ser orgánico. No obstante, cuando estos medios son limitados, recurre entonces a vender su fuerza de trabajo. “Gran número de unidades campesinas carece de la suficiente dotación de tierra y medios

como para regular la escala de la producción en función del monto total de sus necesidades y de la disponibilidad de fuerza de trabajo familiar. Esto se complementa frecuentemente con la ausencia o escasez de opciones de trabajo fuera de la parcela” (Bartra, 2006, p.297).

Su racionalidad implica actuar de acuerdo al margen del acceso a los recursos que tenga a su alcance. Dos factores que sí puede controlar son su fuerza de trabajo y el fondo de consumo vital, aunque con límites naturales, que implica que los miembros de la familia participen en la parcela, y el mínimo consumo de ellos.

La familia campesina se concibe como una unidad orgánica de trabajo y consumo; (...) factores clave de la dinámica interna de la USC. (...) Éste es el universo de la racionalidad campesina, y que la capacidad de supervivencia de las USC depende de su habilidad para moverse certeramente dentro de este margen de elección. (...) Lo que busca el campesino, en lugar de ganancia, es *bienestar*, un aspecto cualitativo que no puede medirse como la ganancia a través de un valor de cambio; aquí está la diferencia, el sujeto de la USC no es de la misma naturaleza que el sujeto de la empresa capitalista (Bartra, 2006, pp. 316-319).

El *bienestar* como elemento cualitativo es lo que el agricultor buscará a través de su trabajo. No obstante, esto se diluye cuando el esfuerzo total de su trabajo no se ve reflejado. De los elementos que inciden sobre este hecho son los precios y los factores naturales que obligan al agricultor a modificar las variables que están bajo su control, es decir, deberá esforzarse para planear con lo que ahora pueda contar. Aquí tiene lugar otro nivel de gestión del agua, pues el productor no dispone de este recurso en las mismas condiciones (cantidad y calidad), y es donde tiene la alternativa de ejercer su *poder* como potencia en el caso donde el acceso al agua no le permita desarrollarse en el sentido de bienestar.

Además, el excedente y trabajo son apropiado por terceros (en el intercambio), y entonces el agricultor deberá emplear lo máximo posible de su margen de decisión, del cual depende su supervivencia.

La USC está constituida por una serie de factores de diferente naturaleza, pero susceptibles de evaluación del campesino, y que esta evaluación está orientada a una toma de decisiones presidida por la búsqueda del punto de equilibrio que optimiza el bienestar de la familia; en otras palabras, que existe una *racionalidad inmanente* de esta USC (Bartra, 2006, pp.321-322).

En resumen, la USC es un nivel de organización básica del metabolismo rural, de relaciones de afinidad, parentales y afectivas, que tiene el propósito de alcanzar un nivel de bienestar a través de los recursos con que cuenta; como *medios* de vida y de reproducción

social. No obstante, su fuerza de trabajo y los valores de uso se expresan en el contexto capitalista. La oportunidad de sobrellevar esta condición, es esforzándose cada vez más, tomando las decisiones que le permitan el mayor bienestar posible; o, mejor dicho, sobreviviendo. El enfoque de Bartra (2006) es pertinente para comprender algunos aspectos del metabolismo rural, sobre la *racionalidad* que determina la relación con la naturaleza, distinta a la lógica mercantil en la que el mercado le ha sumergido.

Síntesis general

El presente capítulo se centró en exponer dos conceptos como problema de investigación, el manejo y gestión del agua. Ambos se abordaron desde el metabolismo social, una perspectiva teórica que parte del pensamiento crítico en Marx, y que Toledo (2013) recupera para construir un marco analítico que explique la relación entre procesos sociales y procesos naturales, desde la apropiación de la naturaleza hasta la excreción de residuos. Lo anterior está inscrito en el contexto de la sustentabilidad, una referencia de análisis integral para el necesario diálogo de saberes.

A partir de este marco general, fue posible exponer la relación *agua-agricultor* (parte del metabolismo rural), como la USC y modos de organización entre agricultores. Por un lado, para reconocer los momentos materiales en que se añade valor al agua (mediante PHU), con el fin de concretar el circuito de vida. Y, por otro lado, para visibilizar el poder de este sujeto vivo necesitado para ejercer su *voluntad-de-vida* ante la falta del agua como satisfactor (en cantidad y calidad).

Una gran parte de la masa de este recurso (volumen), que el agricultor tiene como derecho para reproducirse, no retorna de manera equivalente al esfuerzo que él dedica al agua, como nueva fuente de energía. Además, si se considera la relación entre metabolismos en la cuenca, los conflictos se intensifican por la apropiación, así como por la excreción de residuos que fractura aún más la relación *agua-agricultor*. Por ello, es importante reflexionar este marco sobre un caso concreto, y que en el siguiente capítulo se expone a nivel de estrategia de investigación.

El presente avance teórico es una primera aproximación del marco de la sustentabilidad, como propuesta para comprender la relación *agua-agricultor*, mismo que se enmarca en lo que García (2006) propone para el estudio de sistemas complejos. El metabolismo rural es

un *proceso de primer nivel*, que está sujeto a otros dos niveles de procesos que determinan la relación agua-agricultor, por lo cual la relación es *compleja*, y en consecuencia el objeto de estudio.³⁴ Por ello, fue necesario señalar el contexto de la *cuenca hidrológica*, donde existen diferentes formas de agricultura, una tradicional y otra moderna a grandes rasgos, donde, de manera forzada por las condiciones de deterioro de los recursos hídricos, los agricultores campesinos se ven obligados a la utilización de tecnologías de la agricultura moderna para poder desarrollar sus actividades. Es decir, no cambian el objetivo de su producción ni las relaciones sociales de producción campesina, sin embargo, deben incorporar insumos sin los cuales no es posible desarrollar la agricultura en esa región.

³⁴ Un *sistema complejo* es un sistema cuyos elementos son heterogéneos en el sentido de que pertenecen del dominio de distintas disciplinas, pero son elementos que interactúan entre sí, de tal forma que son interdefinibles; cuando se estudia un sistema agrario, el agua, el clima, la economía, los trabajadores, etc., son cosas que no pueden ser desintegradas para ser estudiadas por separado, son cosas en las que una modificación que le ocurre a una de ellas actúa en cadena y va repercutiendo en todas las demás, por tanto se dice que es un sistema no descomponible (García, 2006, p.143).

Los procesos de 1er nivel o básicos constituyen, generalmente, el efecto local sobre el medio físico o sobre la sociedad que lo habita y lo explota, de procesos más amplios que tienen lugar en otros niveles. Los procesos de 2do nivel corresponden a procesos más generales que se denominan “*metaprocesos*”, y que inciden sobre los primeros, y a su vez están determinados por el siguiente nivel. Los procesos de 3er nivel determinan a los dos anteriores. (García, 2006, p. 56).

CAPÍTULO III. DIÁLOGO PARTICIPATIVO CON ACTORES COMO ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

Introducción

El presente capítulo está dedicado a exponer la estrategia de investigación. Al definir las categorías teóricas en el apartado anterior, es factible llevarlas a un segundo nivel, manteniendo coherencia entre ambos, para concretar el *marco teórico-metodológico*. Aquí se plantea una estrategia para reconocer y explicar los conceptos de manejo y gestión en una unidad de estudio particular. Es decir, la necesidad de observar los conceptos en la realidad observada, con actores concretos, para comprender lo que ahí ocurre a través de lo teórico, como proceso de retroalimentación, que ha servido para reflexionar también la teoría. Para ello se han tomado algunas consideraciones preliminares.

Los estudios de metabolismo social se han enfocado en la cuantificación de los flujos de materia y energía en el sistema social, y han dejado de lado las relaciones sociales y de poder que determinan dichos flujos; es decir, el análisis de la dimensión inmaterial (Toledo, 2013). La cuantificación de los flujos de agua es una parte importante durante el manejo del agua, no obstante, es necesario vincular este aspecto con la gestión del agua, debido a que la política hídrica en México ha definido prioridades de uso que desprotegen a sectores de la economía básicos como es la agricultura campesina orientada a la reproducción social, justo donde se analizan el manejo y gestión del agua en este trabajo. Por ello, la estrategia que se presenta intenta recuperar datos para la descripción y explicación de la relación entre ambas dimensiones desde la perspectiva del agricultor.

Ahora bien, la investigación en Ciencias Sociales procura el estudio de los fenómenos de interés mediante el método cualitativo. Es una alternativa sugerida para cualquier estudio en el marco de la sustentabilidad, por el hecho de que se incorporan elementos que no se pueden observar por el método cuantitativo; cuando existe un acercamiento con los actores, se pueden reconocer aspectos subjetivos que describen una realidad que difícilmente pueden mostrar los datos numéricos, por muy objetivos que se consideren. Cuando es posible establecer un vínculo con actores, reconociendo y retomando sus argumentos, es una oportunidad de ampliar el horizonte de comprensión del fenómeno que se busca estudiar.

Con esa intención, el presente trabajo de investigación fue resultado de la interacción *agricultores-investigador*. La Asociación de Productores del Valle Álvaro Obregón - Tarímbaro A.C., Módulo de Riego III, fue la organización con la que, desde finales de 2016, se inició el trabajo de exploración para ir construyendo el objeto de estudio. La mayoría de sus miembros son de tipo campesino (USC, de acuerdo a Bartra), y una minoría de tipo agroindustrial, ambos bajo la práctica agrícola moderna de alto impacto ambiental, en menor o mayor medida, respectivamente, a causa de la contaminación de las aguas. Previamente se visitaron las cinco unidades de riego del Distrito de Riego 020, acercamiento que se comenta brevemente para justificar el motivo de recortar el estudio con el módulo de riego III (MRIII).

El apoyo para realizar el trabajo comienza con la aprobación de la *Asamblea de Delegados*, máximo órgano de representación de los agricultores. La respuesta fue favorable y de buena disposición para profundizar temas más sensibles. Una inquietud recurrente de los agricultores era saber cuál sería el propósito del trabajo, y si habría alguna oportunidad de apoyo, pues, de su parte, sería bien recibido, porque el tema de la contaminación de sus aguas era urgente desde hace mucho tiempo. De esta manera, se avanzó en la perspectiva de la *investigación acción-participativa* (IAP), aunque con limitaciones.

El proceso de investigación se llevó a cabo en cinco etapas generales. La primera consistió en la observación no participante en las reuniones trimestrales donde se informaban los avances operativos, de conservación y gestión, en colaboración con el Distrito de Riego 020. La segunda etapa, un poco a la par de la anterior, era el diálogo permanente con los administradores y vigilantes, quienes comentaban sobre los retos de la organización. La tercera etapa implicó ir más a fondo, y salir a campo con algunos agricultores, trabajadores canaleros y operadores de maquinaria, con quienes se realizaron entrevistas a profundidad (Gaínza, 2006); tal vez esta sea la etapa más importante, porque se logró comprender lo que implica llevar agua residual hasta la parcela (PHU). La siguiente etapa fue acudir con diferentes actores externos, de los tres niveles de gobierno, con quienes se retroalimentaron algunas de las observaciones preliminares, cavando sobre los motivos por los que no se ha atendido la contaminación del Río Grande de Morelia.

Para complementar los argumentos de los agricultores y trabajadores del módulo de riego, se recurre al *método cuantitativo*, mediante el cual se busca contrastar los comentarios de los actores vs algunos indicadores relacionados a la calidad y cantidad del agua. Estos últimos fueron relevantes para responder a las preguntas de investigación, ya que dan cuenta sobre dos variables de interés: la contaminación del agua y los eventos climáticos adversos de los últimos tiempos. Por un lado, se recuperaron datos sobre la calidad del agua del Río Grande Morelia en el periodo 2013 a 2018,³⁵ con los cuales se tuvo una visión distinta del manejo del agua contaminada. Por el otro, datos sobre variables climáticas, analizadas a través del método de Thornthwaite, para estimar la *evapotranspiración potencial* y el *déficit hídrico* y abordar el momento de la apropiación y transformación. Ambas herramientas ayudan a construir la dimensión socioambiental de la sustentabilidad, que puede considerarse como método mixto y participativo.

Una última etapa, aún en construcción, es la discusión de los resultados con los agricultores. Desde la perspectiva de la IAP, se busca no sólo generar conocimiento sobre los fenómenos sociales o socioambientales, sino además ir hacia cambios en la medida de las condiciones dadas, y por construir. Esa es la necesidad y demanda más sensible de todos los agricultores entrevistados, que a su vez representan a otros que insisten en ello. La investigación orientada hacia dicho propósito, parte de que puede ser posible sólo a través de la participación y organización de los mismos actores, por ello, la discusión de los resultados del presente trabajo tiene como objetivo ser una base para la reflexión en el futuro próximo.

En síntesis, la estrategia basada en lo cualitativo es una alternativa viable para exponer procesos sustentables o insustentables, los cuales pueden ser complementados con datos cuantitativos para ampliar la comprensión, en un enfoque participativo. Las experiencias que se encuentran en campo, de diálogo con los actores, es fundamental como ruta de investigación, ya que se establecen relaciones de confianza, amistad y apoyo mutuo. El resultado de esta propuesta revela aspectos con los que se pudo resolver el objetivo de la investigación, y responder la hipótesis como será analizado en los siguientes capítulos. Por ahora se detalla el camino que se siguió para alcanzar los objetivos establecidos.

³⁵ Fuente de datos: la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA); en la Subcuenca hidrológica del Lago de Cuitzeo se ubican 36 sitios de muestreo.

3.1 Delimitación del objeto de estudio

En camino hacia la tenencia Morelos, se pensó en dónde localizar a los agricultores del módulo de riego I. Preguntando a unas personas en la plaza, se encontró la casa del canadero, quien desafortunadamente no se encontraba. Luego de unos días, el encuentro ocurrió en la oficina del módulo; ya cayendo la tarde se mantuvo una conversación no muy larga con el canadero y el presidente de la organización, aunque apurados porque daría inicio una reunión de rutina. Se comentó la dificultad que tenían por la creciente mancha urbana, que les iba desplazando gradualmente, y algunos preferían vender sus terrenos. Además, se comentó sobre la contaminación del agua, a pesar de estar aguas arriba de Morelia, también ya tenían dificultades pues sólo cultivaban trébol verde, avena y maíz.

Las unidades de riego ubicadas aguas abajo de la ciudad de Morelia, también compartieron ideas, principalmente por la contaminación del agua. Charo enfrentaba dificultad por el pago de derechos, ya que muchos no querían cubrir la cuota por un agua sucia. En el módulo IV, Susi la secretaria fue quien participó en la entrevista exploratoria, comentando que las aguas en ese nivel de valle eran como chapopote, y que causaba muchos mosquitos.³⁶ En el módulo de riego V, también había dificultades, no obstante, el presidente tenía avances en la operación de su sistema como PHU (bombeo en canales); su mayor preocupación era el azolve de la presa el Malpaís, y las recientes descargas de restaurantes que pertenecían a caciques del municipio, con lo cual se perdía capacidad de captación y poco a poco la calidad era menor.³⁷

Cuando se visitó el MRIII también se compartieron temas similares, y tocó la oportunidad de escuchar una de las Asambleas de Delegados, ya que coincidió con la primera visita; era uno de los módulos que se reunían con mayor frecuencia, por ello se solicitó permiso para escuchar las próximas reuniones. En Asamblea, se habían ocurrido confrontaciones entre agricultores, desde el primer momento. Por tal motivo, entre otras cosas, se solicitó hacer la

³⁶ El sistema de distribución de agua del módulo IV depende el Río Grande de Morelia, y también está conectado con el módulo V, lo que de alguna manera permite a algunos productores acceder a agua de mejor calidad por el río Queréndaro. Además, hay agricultores adscritos al módulo III que pagan derechos en el módulo IV.

³⁷ También se visitó el módulo VI, que se ubica hacia la cuenca del lago de Pátzcuaro. Es un módulo con agua del manantial Chapultepec, de buena calidad en general. No obstante, los agricultores asumen problemas por los malos manejos de algunos representantes en el pasado. Hoy día, comienzan los problemas porque sus aguas empiezan a presentar signos de contaminación, lo que los ha llevado a tener algunos conflictos en la comunidad.

investigación con dicha organización, debido a que los problemas se agudizan al integrar 2500 miembros que trabajan hasta 8800 ha, con 197.7 km de canales y drenes que reciben alrededor de 46 Mm³ de agua residual (representa el 64%, de los 71.68 Mm³ del bloque de agua superficial del Río Grande de Morelia, destinado a la actividad agrícola, aguas abajo Morelia), característica significativa en términos del manejo y gestión del agua.

Por otro lado, el interés surgió porque aguas arriba de la zona de riego, se instaló en 2007 una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR Atapaneo), bajo el supuesto de que los agricultores serían beneficiados, lo cual no ha sido posible. Este beneficio potencial cubriría también a los módulos II y IV, por el hecho de compartir la misma fuente de agua, el Río Grande de Morelia, del cual se destina el 63% de agua a cada módulo, proporcional a su título de concesión. En este sentido, existía un punto en común en términos de la gestión del agua, por el hecho de que ya se habían dado pláticas entre actores para tratar el reúso del agua tratada. En este planteamiento quedan fuera los módulos de riego I, V y VI, ya que están es una condición distinta por su ubicación, que no significa que estén libres de dificultades.

Aunque se elige el MRIII, hay similitudes con el resto de los módulos, no sólo por lo ya expresado, sino también por asumir instituciones formales creadas en los noventas. En el marco de la *descentralización de la gestión del agua*, el Estado les hace partícipes para administrar una parte de la infraestructura de riego, atravesando dificultades de autosuficiencia, y de cambios en su entorno ambiental que les limita a alcanzar dicho objetivo. Por ello, se puede sostener que el marco *teórico-metodológico* propuesto tiene el potencial de estudiar al resto de las organizaciones, aunque con algunas diferencias para cada caso en el momento del análisis de su realidad específica.

3.1.1 Observación no participante en el módulo de riego III

Luego de un periodo corto de observación en campo desde finales del 2016, se identificaron algunos aspectos relevantes en dos escalas, la *parcela* y la *organización*; dos niveles de trabajo interdependientes para que el manejo del agua. Resultado del acercamiento con algunos *actores clave*, a través de pláticas informales (administradores y delegados), se recuperaron algunas observaciones preliminares:

- Excesiva contaminación de los canales de riego e irresponsabilidad de gobiernos municipales, organismos gubernamentales y sociedad civil;
- Priorización del uso del agua en cantidad y calidad para lo urbano;
- Condiciones climáticas atípicas, quizá resultado del *cambio climático*;³⁸
- Alta dependencia y gastos en diésel para la operación y mantenimiento del sistema hidroagrícola; lo fósil como principal fuente de energía para combatir parcialmente la contaminación de los municipios;
- Incremento alarmante del costo de diésel;
- Crecimiento acelerado del lirio acuático;
- La percepción de algunos actores fuera de la unidad de estudio de que los agricultores “piden dinero a cada rato”, y también son contaminadores;
- Infraestructura de saneamiento de agua residual ausente, insuficiente e inadecuada (Álvaro Obregón, Charo, Tarímbaro y Morelia);
- La mercantilización el agua de reúso de PTAR Atapaneó;
- Restricciones para la siembra de cultivos de mayor interés social;
- Los planes de riego adecuados a monocultivos;
- El uso de agroquímicos que propician contaminación difusa;
- Alto riesgo a la salud humana por la exposición a sustancias tóxicas, tanto del agua de la cuenca alta como del uso de los químicos en la parcela;
- Condiciones de *mercado* que afectan al productor;
- Conflictos entre actores del módulo;
- Deudas sobre deudas, y bajo poder adquisitivo para acceder a insumos en el siguiente ciclo agrícola, entre ellos el pago por el derecho del agua;
- Ausencia de una participación amplia y real para la toma de decisiones en función de sus necesidades específicas, a nivel de módulo y en otros niveles fuera de la organización;
- Entre otras.

Las primeras observaciones contribuyeron para construir el objeto de estudio. Los puntos señalados se insertaron adecuadamente con las categorías específicas del metabolismo social (Toledo, 2013), y de manera particular, en lo que se ha definido como manejo y gestión del agua; de hecho, la lectura de dicho marco teórico permitió identificar las categorías al análisis a la realidad observada en campo, siendo un proceso de retroalimentación para establecer el marco teórico-metodológico. De este ejercicio se pensó

³⁸ Hay una nueva tesis que habla de *manipulación climática*, que rechaza la idea del cambio climático por motivos del capitalismo verde, pero en este caso no se abordan. El concepto de cambio climático se considera para analizar un estado de perturbación del clima empíricamente reconocido que afecta a los agricultores de distintas maneras.

abordar definir dos variables que determinan el manejo y gestión: 1) *la contaminación del agua para riego* y 2) *las condiciones climáticas adversas de los últimos tiempos*.

El resto de los puntos observados están interrelacionados, y son consecuencia, de alguna manera, de los factores socioambientales definidos, así como del *contorno* político y económico, o niveles de proceso superiores a la organización (García, 2006). Si bien, para este trabajo se han definido dos factores socioambientales de interés, también se aborda el resto de las observaciones, aunque no de manera profunda, sólo se realizan algunas aproximaciones desde la vivencia de los actores. Además, es pertinente señalar que se da prioridad al manejo y gestión del agua desde el punto de vista de la *apropiación*, ya que es el que determina el metabolismo rural.

El resto de las categorías del metabolismo social se abordan de manera colateral; la posibilidad para recabar más datos se vio limitada por los tiempos, y por la capacidad de sintetizar mayor información. Por ello, y para no desarticular el sentido del metabolismo, se explora un análisis descriptivo, para ligar todas las categorías del metabolismo social a partir del trabajo del agricultor y la posibilidad de satisfacer sus necesidades.

Con respecto a la temporalidad, en un inicio se consideró el ciclo agrícola 2017-2018. Sin embargo, este recorte dejaba fuera aspectos importantes de las experiencias de los agricultores. Por ello, y aunque el trabajo parezca carente de especificidad temporal, se tenía que ampliar el margen de manera flexible. Asimismo, la recolección de datos fue un trabajo con dificultades por las siguientes razones: 1) la organización se reserva información, 2) el Distrito de Riego 020 no contaba con algunos datos de largo plazo, ya que ocurrió un cambio de administradores, y 3) en un principio no se reconocía qué datos podrían ser necesarios. Fue complicado porque los datos que posteriormente se recuperaron no coincidían en un periodo de tiempo.

Por tales motivos, lo que cabe repetir es que el MRIII tiene su origen en la descentralización de la gestión del agua en los noventas, un parteaguas histórico importante que define hasta cierto punto el comportamiento de la organización de productores, como contexto temporal. A su vez, el estudio no se desvincula del tiempo pasado, porque como se observará, existen narraciones que abrevan de experiencias agradables, antes de que se transformara el manejo del agua con la manipulación de agua contaminada (PHU). Así que,

la temporalidad es abierta, entre el momento en que había condiciones dignas para aprovechar el agua, hasta el momento en que dejó de serlo.

De esta manera, se planeó una estrategia de investigación participativa, basada en herramientas desde un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), sujeta a los tiempos de los agricultores y trabajadores, ya que sus actividades son diversas y de escasa libertad para participar; a pesar de ello, todos cooperaron en la medida de sus posibilidades. Así mismo, las herramientas se planearon con base en el tiempo, recursos económicos y seguridad personal. Así, se resumen lo siguiente:

a) Previo a la definición del objeto de estudio (primer acercamiento):

- Visitas de campo a los módulos del Distrito de Riego 020;
- Observación no participante en las asambleas de delegados trimestrales del MRIII;
- Diálogos informales y permanentes con representantes del módulo y delegados;
- Recolección y apoyo en la construcción de datos cuantitativos para el MRIII.

b) Posterior a la definición del objeto de estudio, en muchos casos como actividades paralelas:

- Recolección de información cuantitativa en las dependencias gubernamentales;
- Elaboración de documentos para la gestión;
- Visitas de campo a la parcela, canales y drenes de riego;
- Diálogo a profundidad con actores clave (internos y externos a la organización), de manera individual o en colectivo;
- Talleres participativos (diagnóstico y planeación) en las juntas ejidales y pequeños propietarios;

Las herramientas se construyeron con base en las categorías teóricas generales y particulares definidas que, a partir del enfoque de la investigación acción participativa IAP,³⁹ se testaron con las pláticas informales, y con algunos agricultores que hicieron comentarios sobre el borrador de preguntas preliminares; por ejemplo, la *entrevista a profundidad*. En este proceso se descartaron algunas herramientas como las encuestas y los talleres en los ejidos, debido a la dificultad de llegar a ese nivel, en tanto el tiempo

³⁹ La IAP es una perspectiva metodológica crítica, que tiene su origen en las observaciones de algunos pensadores acerca de las regiones subdesarrolladas en crisis, desde los años setenta. Académicos como Orlando Fals Borda, preocupados por los escenarios invivibles de desastres culturales y ambientales, trabajaron en una metodología participativa con los sujetos afectados, ya que no era una alternativa quedarse pasivos ante las consecuencias del mundo globalizado. En contra de las enseñanzas adquiridas en sus instituciones de formación, decidieron contribuir con procedimientos alternativos enfocados a problemas regionales y locales, con un fin educativo y emancipador (Fals Borda, 2008).

disponible de la investigación y escaso acompañamiento a las juntas ejidales. Algunas ventajas de la IAP (Geilfus, 2009):

- Trabajo con grupos;
- Enfoque interdisciplinario o de sustentabilidad;
- Trabajo en campo con las comunidades;
- Lenguaje incluyente, tanto alfabetizados como no alfabetizados;
- Aprendizaje con la gente, desde sus experiencias;
- Aprendizaje rápido, progresivo e interactivo;
- Obtención de información cualitativa y/o cuantitativa. Los datos cuantitativos son confiables y comprobables;
- “Triangulación” con otras fuentes para la verificación de resultados;
- Mejor entendimiento de problemas complejos enfrentados por la gente;
- La comunidad puede analizar ella misma sus resultados producto del ejercicio participativo y tomar decisiones;
- Permite a la comunidad identificar y apoderarse del proceso de identificar, analizar y solucionar sus problemas;
- Se desarrollan interacciones más estrechas y positivas entre la comunidad y los investigadores. Se evita además “extraer” información de la gente sin su participación consciente y sin consideración;
- Es viable adaptar investigaciones respecto a lo que la comunidad considera como sus necesidades reales;
- Es un instrumento poderoso para la capacitación permanente de los investigadores sobre problemáticas sociales; entre otros.

3.2. Variables, descriptores e indicadores

En este apartado se definen los conceptos de manejo y gestión del agua como *variables principales*, siguiendo las categorías del metabolismo social. Para abordar este nivel metodológico desde la perspectiva de la IAP, primero se han elaborado una serie de tablas que sintetizan dichas variables, observables (actores homogéneos en términos de su nivel de participación), descriptores e indicadores.

En la Tabla 8, se agrupan los elementos más generales. En la primera fila se ubica el manejo del agua: apropiación, la transformación, la circulación, el consumo y excreción; se han incorporado dos categorías más, excreción y apropiación, considerando la relación de los agricultores con otros usuarios del agua en la cuenca. En la primera columna se ordenan los niveles de la gestión del agua. En el primer bloque se encuentran 1) el agricultor en la parcela, como unidad socioeconómica campesina (USC), 2) la organización ejidal o de pequeños propietarios, y por último 3) la organización a nivel de módulo; actores internos. Y en el segundo bloque, se colocan 4) los tres niveles de gobierno, y 5) algunos concesionarios del agua en la cuenca, mismos que se relacionan con la organización MRIII.

Además, cuando se define la importancia de los actores en términos de la gestión, se pensó en la capacidad de organización, la *participación*, los acuerdos, la toma de decisiones, los conflictos, entre otros aspectos relativos al campo político, que cada actor ejerce de acuerdo a su poder relativo al manejo del agua, uno de los objetivos de este trabajo. En las tablas consecuentes, se señalan los *descriptores e indicadores* considerados para cada nivel de actor. Así, se constituye el objeto de estudio con atención en la *apropiación*, al definir la *contaminación del agua* y los *eventos climáticos adversos* como factores determinantes.

Tabla 8. Variables, observables (actores) y momentos materiales del metabolismo rural, en el contexto de la cuenca.

Manejo del Agua ⇒ ----- Gestión del Agua *observables ↓	Otros metabolismos	<i>Metabolismo rural</i>					Otros metabolismos
	Excreción (emisores)	<i>Apropiación</i> (receptores)	<i>Transformación</i>	<i>Circulación</i> (valores de uso o valores de cambio)	<i>Consumo</i>	<i>Excreción</i> (emisores)	Apropiación (receptores)
<i>Actores internos</i> ↓							
<i>Agricultor</i> (USC)		Consumo indirecto del agua a la parcela	Agua para Cultivos	Venta de cultivos y adquisición de insumos	Autoconsumo o ingreso por venta de cultivos	Resultado de la <i>transformación</i> (residuos)	Lago de Cuitzeo Pescadores Subsuelo
<i>Junta Ejidal / Pequeños Propietarios</i>		<i>Modalidad de Riego</i> PHU					
<i>Organización administración MRIII</i>		Administración, Conservación y Operación (PHU)				Conservación PHU	
↓ <i>Actores externos. Niveles de gobierno y otros metabolismos en la cuenca</i> ↑							
<i>Federal</i>	CONAGUA	Distrito de Riego 020 PHU: Presa Cointzio	SAGARPA, CADER	<i>Mercado neoliberal</i>		CONAGUA	CONAGUA
<i>Estatad</i>	CEAC		SEDRUA			CEAC	CEAC
<i>Municipal</i>	OOAPAS Residuos urbanos						
<i>* Otros concesionarios del agua en la cuenca</i>	<i>Industrias Pecuarios Servicios Comercio</i>			↑ ⇐ <i>Cadena de valor</i> (apropiación indirecta del agua)			Pescadores Lago de Cuitzeo
<i>Consejo de Cuenca del Lago de Cuitzeo</i>		Controversias entre actores usuarios y gobierno				Controversias entre actores	

Nota: Fuente: Elaboración propia con base en las visitas de campo y revisión teórica.

*Observables (actores): gestión del agua como participación, organización, acuerdos, toma de decisiones, conflictos, otros relativos al campo político.

Tabla 9. Descriptores o indicadores en el nivel del agricultor (USC).

Nivel del productor en la parcela y ejido (u organización de pequeño propietario)	
<i>Manejo del agua</i>	Descriptores o indicadores
<i>Apropiación (1)</i>	*Cantidad de agua / superficie de tierra; * Modalidad de riego. * Tipo de productor: régimen de propiedad y género. * Pago del derecho al agua como PHU (poder adquisitivo). *PHU al interior de los ejidos. * Calidad del agua mediante indicadores fisicoquímicos (<i>NOM-001-SEMARNAT-1996</i>) y cualitativos (<i>percepción social de los productores durante ciclo agrícola</i>). * Condiciones climáticas (precipitación, temperaturas, evapotranspiración en el ciclo agrícola) y siniestros (granizadas, heladas, lluvias torrenciales e inundaciones, sequías).
Transformación (2)	*Cómo se organiza la producción en el ciclo agrícola: otoño-invierno y primavera-verano. *Superficie física y superficie de producción. *Volumen de agua por cultivo *Paquete tecnológico vs insumos orgánicos o alternativos. *Desarrollo de las fuerzas productivas (animales o maquinas). *Energía fósil consumida y costos. *Trabajo familiar y/o comunitario, o *Trabajo asalariado. *Horas de trabajo en la parcela. *Rendimiento en ton/ha - rendimiento /demanda de agua m ³ . * Apoyos federales recibidos. *Siniestros (granizadas, heladas, lluvias torrenciales e inundaciones, sequías).
Circulación (4)	* Venta de cultivos en el <i>mercado local, estatal</i> u otro. *Precios de mercado. *Intermediarios o consumidores finales. *Apropiación del excedente en el mercado. *Recuperación de costos de producción, <i>estimación de la pérdida</i> . * Cadena de valor. *Rotación de cultivos en función de <i>precios de mercado</i> .
Consumo (4) o (5)	* Agua (valores de uso → cultivos), que es consumida para la <i>satisfacción de las necesidades</i> de la unidad familiar o como ingresos (valores de cambio) realizados en la familia. *Diversidad de cultivos de consumo (<i>Dieta alimenticia</i>). *Ganado y subproductos en la misma USC. *Capacidad de pago del derecho al agua del siguiente ciclo agrícola.
Excreción (3)	* Excedente de agua hacia un cuerpo de agua superficial o subterráneo durante el trabajo en la parcela. * Calidad del agua. <i>Parámetros Fisicoquímicos (NOM-001-SEMARNAT-1996) / Percepción Social de los Productores en la Parcela</i> . *Exposición a sustancias tóxicas – <i>Aspectos de Salud</i> . *Costos totales por la contaminación (en vínculo con la apropiación).

(#) orden de ocurrencia.

Tabla 10. Descriptores o indicadores en el nivel de la organización MRIII.

Nivel de la organización de agricultores	
<i>Variable</i>	Descriptores o indicadores
Apropiación	* Concesión de agua en bloque. *Padrón de usuarios; * Volúmenes de agua asignados al módulo en los últimos años; *Proyectos solicitados al <i>Estado: nuevas fuentes de agua.</i> *Costos de conservación de canales y drenes de riego. * Operación. *Magnitud de la infraestructura. *Recaudación de ingresos para pago del agua en bloque. * Proyectos de Tecnificación.
Transformación	* Poner a disposición maquinaria para los miembros del módulo.
Circulación	
Consumo	
Excreción	* Residuos de la actividad agrícola, que se acumulan por la contaminación de la cuenca, y costos por conservación de canales y drenes.

Tabla 11. Descriptores o indicadores en el nivel de los organismos gubernamentales.

Nivel de los organismos gubernamentales	
<i>Variable</i>	Descriptores o indicadores.
Apropiación	<i>Federal y estatal:</i> *Otorgamiento de derechos de uso de agua en la Cuenca. *Cobro por derechos de uso de agua PHU's. *Oferta de agua y límites de acceso al recurso (<i>prioridades de uso y lo climático</i>). * Indicadores de eficiencia del uso de agua. <i>Municipal:</i> *Descarga de agua residual con base en los límites permisibles, en contraste de los <i>indicadores de calidad del agua.</i> *Pago por la contaminación.
Transformación	* Subsidios para maquinaria o insumos. * Subsidios por <i> siniestros.</i>
Circulación	
Consumo	
Excreción	*Vigilancia del cumplimiento de las condiciones particulares de las <i>descargas puntuales</i> a los cuerpos de agua (normas oficiales). * <i>Descargas difusas</i> → CONAGUA-SAGARPA.

3.3 Herramientas de investigación

La definición de las variables, descriptores e indicadores permitieron planear las herramientas para recabar los datos correspondientes. En la Tabla 12 se presentan los niveles de actores identificados (*observables*) y las herramientas para el dialogo con ellos. En cada nivel de organización social se señala el orden de ejecución (en algunos casos de manera paralela) entre paréntesis; se pensó así para que entre los niveles de actores ocurriera una retroalimentación de saberes, como opiniones, hechos, o incluso rumores que aclarar, y así, conocer los alcances de cada actor sobre su entorno y su nivel de representación política o gestión del agua.

Tabla 12. Métodos y herramientas de investigación para cada nivel de actores.

Método ⇒	Cualitativos	Cuantitativos
Niveles de actores ↓	<i>Herramientas en lo General</i>	
1º Agricultor (USC)	(7) <i>Talleres participativos (diagnóstico y planeación)</i> en ejidos o pequeños propietarios*	
2º La organización de agricultores MRIII	Inicio → (1) <i>Observación (no) participante</i> (2) <i>Diálogos informales</i> y (5) <i>diálogos a Profundidad:</i> 1. Comisión directiva 2. Comisión de vigilancia 3. Delegados ejidales y pequeños propietarios** 4. Canaeros y operadores máquinas 5. Comité Hidráulico	(3) <i>Solicitud de datos</i> ; padrón de usuarios, datos de operación y conservación de infraestructura, otros
3º Organismos gubernamentales en los tres niveles de gobierno (Actores Externos)	(6) <i>Diálogos a profundidad</i> 1. CONAGUA, DR020, otros 2. SAGARPA - CADER 3. OOAPAS Morelia 4. Comités de Agua Potable: Tarímbaro, Álvaro Obregón y Charo 5. Consejo de Cuenca del Lago de Cuitzeo	(4) <i>Solicitud de datos</i> disponibles sobre la calidad, cantidad de agua, y siniestros (SEDRUA)

Nota. *Elaboración propia.*

*Actividad planeada, pero no realizada.

** El acercamiento al primer nivel se llevó a cabo a través de los representantes delegados ejidales.

A continuación, se desarrolla brevemente cada herramienta planeada, señalando su objetivo, así como los alcances y limitaciones para recabar los datos.

3.3.1 Observación (no) participante en las Asambleas de Delegados

La observación participante es un método desarrollado por antropólogos con el objetivo de “sumergirse” en las comunidades por largos periodos. En la IAP se realiza algo parecido, pero de manera más superficial que permite al *observador investigador* integrarse en actividades de la comunidad (Geilfus, 2009, p. 34). Por su parte la observación no participante es una alternativa que también permite un acercamiento parcial, que no implica participar en tareas dentro de la comunidad, pero se busca establecer relaciones de confianza con los sujetos de estudio. En este trabajo se consideró una observación no participante en las Asamblea de Delegados, tomando nota de las discusiones entre agricultores y administradores, pues es un espacio donde sólo los agricultores tienen voz y voto.

La asistencia sin falta a las reuniones fue necesaria para establecer el planteamiento del problema de investigación y definición del marco teórico, como retroalimentación. En este espacio se cedía la palabra (opcional) para comunicar el propósito de investigación y avances. Además, fue posible identificar la complejidad de las relaciones sociales en torno al manejo del agua, los acuerdos y desacuerdos, los conflictos y otros aspectos de la gestión. A la fecha, se mantiene la observación no participante en dichas reuniones, lo cual ha permitido construir relaciones de confianza con los agricultores, una necesidad para avanzar en la perspectiva de la IAP, ya que los actores perciben interés para apoyarles, y cuestionan el cómo se avanzará con el trabajo de investigación, como un punto a favor.

3.3.2 Diálogos abiertos con actores clave y recolección de datos generales

El objetivo de los diálogos era mantener charlas flexibles y más cercanas con algunos *actores clave*, delegados y administradores del módulo. A diferencia de una entrevista estructurada, se buscaba el diálogo abierto, espontáneo y de intercambio de opiniones, lo cual no es posible en las encuestas que tocan temas cerrados. Para ello, el acercamiento ocurre con algunos miembros del Consejo Directivo y Consejo de Vigilancia, quienes narraban las tareas cotidianas para abastecer de agua a los agricultores, y de los problemas que esto implica; el entonces presidente y tesorero fueron los primeros actores con quienes se estableció una plática larga. Posteriormente, se lograron conversaciones con algunos delegados, quienes comentaban algunos problemas de sus ejidos, y de las inconformidades en la asamblea.

Para el diálogo con los administradores del módulo, se retomó el ejercicio FODA, instrumento que se utiliza en la planeación, y en administración pública o privada. Con conceptos de fácil comprensión, se ordenaron algunas ideas preliminares para analizar: fortalezas, debilidades (variables internas al módulo); oportunidades y amenazas (variables externas al módulo). Mediante esta herramienta se recuperó información general y específica del trabajo en el módulo de riego. Ramírez define el FODA:

El FODA es una herramienta que posibilita conocer y evaluar las condiciones de operación reales de una organización, a partir del análisis de cuatro *variables principales: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas*; con el fin de proponer acciones y estrategias para su beneficio. Las estrategias de una empresa deben surgir de un proceso de análisis y concatenación de recursos y fines, además ser explícitas, para que se constituyan en una – *forma*- viable de alcanzar objetivos (Ramírez, 2009, p. 55).

Desde el punto de vista de la investigación, los factores socioambientales definidos se consideran como amenazas, aunque en la realidad son hechos o condiciones. El resultado, a pesar de las limitantes de tiempo de los actores, fue interesante porque se reconocieron una diversidad de experiencias y datos para caracterizar la unidad de estudio ⁴⁰. Por otro lado, se logró acceder a las siguientes fuentes de información con el apoyo de los entonces encargados de *operación* y de *conservación*:

- *Fuentes escritas*: estatutos de la organización, título de concesión de agua, y el plan de riego.
- *Bases de datos*: padrón de usuarios.
- *Datos de conservación de la infraestructura hidroagrícola (PHU)*. De hecho, se apoyó en la elaboración de los informes mensuales como observadora participante.

Además del acercamiento a nivel de módulo, se asistió al *comité hidráulico*, en el cual participan otros módulos de riego, el Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Morelia (OOAPAS Morelia), la Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas (CEAC), y trabajadores del Distrito de Riego 020 (CONAGUA). Aquí se trataban la entrega de agua en bloque, los programas federales y de los avances en la conservación de la infraestructura hidroagrícola concesionada. En este nivel se tuvo contacto limitado, aunque sí se establecieron diálogos con algunos actores, principalmente con los técnicos del distrito, con quienes posteriormente se alcanzó mejor comunicación y acceso a más información.

⁴⁰ De hecho, a pesar de que ha transcurrido el tiempo de la investigación (primera etapa), y con el cambio de administradores en el módulo (septiembre de 2018), los nuevos integrantes están abiertos a realizar el mismo ejercicio FODA, con el que buscan presentar un plan de trabajo a los delegados.

3.3.2.1 Documentos de apoyo

Durante el periodo de exploración, a través de la observación no participante y de diálogos abiertos, se dieron algunos hechos o confrontaciones entre actores internos y externos. El caso de Tarímbaro y el MRIII, fue una oportunidad de elaborar un documento a manera de apoyo para la gestión, por concepto de la conservación de canales y drenes. Este documento se realizó a petición de algunos delegados molestos por la falta de responsabilidad de dicho municipio. No obstante, las ideas plasmadas por los delegados se quedaron en papel, ya que no se logró hacer llegar la petición al municipio; el asunto se volvió difícil, como se narra en el capítulo de resultados.

Un documento más se elaboró para otra ocasión, a petición del actual presidente del módulo, también para atender el mismo problema con Tarímbaro, a causa de que el canal de riego Joconoles se tapó en un tramo por completo de arena, colchones, y otros residuos. Esta vez, algunos vecinos del fraccionamiento reconocieron que la basura era un problema serio, así mismo algunos trabajadores del ayuntamiento fueron testigos del problema. El documento entregado al municipio se recibió de manera pacífica, y con la esperanza de recibir buena respuesta para tratar el mismo tema.

3.3.3 Recolección y análisis de datos cuantitativos

Cuando se definieron la *contaminación del agua* y los *eventos climáticos adversos* como variables de análisis que determinan el manejo del agua, se consideraron algunos datos oficiales. Para el primer caso, se elaboró una solicitud a la CONAGUA dirección local Morelia, subdirección técnica: departamento de calidad del agua. En el segundo caso, se retomaron datos de la misma dependencia de gobierno, pero a través del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del área de medición meteorológica Morelia (Observatorio). Ambas fuentes de información, fueron una base para conocer parte del ambiente al que los agricultores están expuestos.

3.3.3.1 Indicadores de la calidad del agua

La calidad del agua es un atributo positivo o negativo que cada fuente de agua posee, sea una fuente *natural* como el Río Grande de Morelia, o *artificial* como la presa de Cointzio, dos de las fuentes de agua que el MRIII depende. Además, la calidad del agua varía de acuerdo a las características de la cuenca, de las actividades humanas, en conjunto con el nivel de desarrollo productivo. Por ejemplo, la instalación de industrias que demandan agua para procesar alimentos, pinturas, autos, entre otros, y que luego es desechada a los cauces con diferentes grados de toxicidad. Para conocer la calidad de las fuentes de agua se requiere establecer parámetros para conocer su uso potencial del agua en el sistema social.

Para determinar el estado que guardan las fuentes de agua se recurre a *parámetros fisicoquímicos* y *biológicos*. Los primeros son los criterios convencionales con los que la CONAGUA se basa para conocer el grado de contaminación en las cuencas hidrológicas. Mientras tanto, los biológicos o denominados bioindicadores se enfocan en el análisis *in situ*, observando y cuantificando la presencia de especies tolerantes o intolerantes a sustancias disueltas o suspendidas en el agua; ya existen parámetros en laboratorio para realizar dicha determinación. De ellos, los parámetros fisicoquímicos son los más utilizados, pero describen parcialmente el grado de contaminación, no obstante, si se analizan en un contexto particular pueden ser de gran utilidad.

Para conocer la calidad del agua de riego se han considerado dos vías convergentes, a diferentes niveles de profundidad, pero que se complementan. La primera, a través de datos cuantitativos de los siguientes puntos de monitoreo y muestreo: 1. Salida de la Presa de Cointzio (DLMIC1715), 2. Antes de la planta de tratamiento de aguas residuales de Morelia ubicada en Atapaneo (DLMIC1730), 3. A la salida de la planta de tratamiento (DLMIC1731), 4. Antes de la llegada al Lago de Cuitzeo (DLMIC1733).⁴¹ Dichos puntos se muestran en la Ilustración 11, que parte desde la Presa de Cointzio, atraviesa la ciudad de Morelia, y llega al Lago de Cuitzeo. La segunda vía para conocer la calidad del agua, se expone en la herramienta de entrevista a profundidad con los actores del MRIII.

⁴¹ Existen en total 36 sitios de muestreo de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA) ubicados en la Subcuenca hidrológica del Lago de Cuitzeo.



Ilustración 11. Río Grande de Morelia, desde la Presa de Cointzio hasta el Lago de Cuitzeo (zona noreste), y 4 puntos de monitoreo de calidad del agua (puntos). **Nota.** Mapa extraído de Google Earth, RENAMECA, CONAGUA.

Desde el suroeste, el primer punto corresponde a la primera fuente de agua superficial para los agricultores, como un *referente de la calidad de agua* con la que solían regar antes de la crisis de la contaminación, o *agua charandosa*. El segundo y tercer puntos son a la salida de la zona urbana e industrial, y aguas abajo de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Morelia, respectivamente, ambos puntos en Atapaneo. Y el cuarto, se ubica sobre el Río Grande *rectificado*, que separa a los módulos de riego III y IV, el cual es útil para conocer la calidad del efluente que llega a la zona noreste del Lago de Cuitzeo; no se cuenta con datos del Río Viejo de Morelia, que desemboca por el municipio de Álvaro a la altura de los ejidos de Carrillo Puerto y la Presa. Ambos ríos son drenes de riego.

Los parámetros fisicoquímicos recolectados fueron 23, dentro de los cuales se incorporaron algunos de los más significativos (periodo 2013–2018): Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendedos Totales (SST) y Coliformes fecales (COL_FEC).⁴² Los parámetros se graficaron por separado, agrupando los cuatro puntos de muestreo señalados, así mismo, se indican los *límites máximos permisibles* para descarga a cuerpos de agua (tabla 13), tanto para el *reúso agrícola* como para la *preservación de la vida acuática*, dos referentes de interés por discutir.

⁴² Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que describen el grado de contaminación, y de su potencial transformación o asimilación en los cuerpos de agua. La DBO_5 mide los residuos biodegradables. La DQO integra residuos biodegradables y residuos de naturaleza inorgánica difíciles de degradarse. Los SST son la totalidad de sólidos suspendedos en el agua. Y los coliformes fecales son producto de los desechos fecales humanos, de alto riesgo a la salud.

Tabla 13. Normas oficiales mexicanas en materia de aguas residuales, y uso agrícola.

NOM Oficial y Objetivo	Publicación D.O.F.	Aplicación concreta	¿Uso agrícola?
NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	30 de abril de 1997.	Río Grande de Morelia, Presa de Cointzio, Lago de Cuitzeo.	Aplica.
NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	3 de junio de 1998.	Usuarios de uso comercial, servicios u otros en lo urbano.	Aplica indirectamente, a través de los asignatarios municipales.
NOM-003-SEMARNAT-1997. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.	21 de septiembre de 1998.	Agua tratada de la PTAR Atapaneo.	Aplica. Aunque se orienta al reúso en lo urbano.

Nota. Elaboración propia.

También se tomaron en cuenta los *criterios ecológicos de calidad del agua* emitidos el 13 de diciembre de 1989 en el Diario Oficial de la Federación. El oxígeno disuelto (OD) es un parámetro omitido en las normas señaladas, así como el olor, color, y sabor, parámetros importantes desde el punto de vista del agricultor. Por otro lado, los parámetros se comparan con los Indicadores de Calidad del Agua (ICA) que establece CONAGUA para observar los niveles de contaminación de los datos proporcionados, un marco de referencia adecuado para cada parámetro particular, aunque parcial por que no se encuentran los parámetros ecológicos antes citados.

Tabla 14. Criterios de calidad del agua en función de indicadores fisicoquímicos y microbiológicos.

Criterio				Clasificación	Color
DBO ₅ mg/L	DQO mg/L	SST mg/L	COL_FEC NMP/100ml		
DBO ₅ ≤3	DQO≤10	SST≤25	CF≤100	<i>Excelente</i>	AZUL
3<DBO ₅ ≤6	10<DQO≤20	25<SST≤75	100<CF≤200	<i>Buena Calidad</i>	VERDE
6<DBO ₅ ≤30	20<DQO≤40	75<SST≤150	200<CF≤1000	<i>Aceptable</i>	AMARILLO
30<DBO ₅ ≤120	40<DQO≤200	150<SST≤400	1000<CF≤10000	<i>Contaminada</i>	NARANJA
DBO>120	DQO>200	SST>400	CF>10000	<i>Fuertemente Contaminada</i>	ROJO

Nota. Elaboración propia con referencia en los indicadores de calidad de agua de la CONAGUA.

3.3.3.2 Variables climáticas

La dinámica del ciclo del agua es empíricamente conocida al transcurrir las estaciones del año y la alternancia de las épocas seca y lluvias. No obstante, en los últimos tiempos se han observado eventos inesperados asociados a *eventos climáticos*. Durante la exploración de la unidad de estudio, se presentaron algunos fenómenos meteorológicos como son las granizadas, motivo por el que surge la inquietud de incorporar un análisis de procesos climático. La razón de ser de este tipo de eventos puede atribuirse a fenómenos climáticos, así como a la fractura del metabolismo social que contribuye en alguna medida a su misma vulnerabilidad, o de escasa resiliencia para enfrentar estos fenómenos climáticos extraordinarios. Por ello, la necesidad de explorar lo climático y observar cómo los agricultores responden ante dichos fenómenos.

Para realizar el análisis hidroclimático, se recurrió a datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para conocer el comportamiento (esperado), considerando las normales pues se enfatiza el componente hidrológico de las variables climáticas de temperatura y precipitación; aunque los fenómenos climáticos no siguen distribuciones lineales, los datos muestran una tendencia, con ello, se podría observar si determinados datos puntuales están alejados de la normal. Por otro lado, a partir de los datos de temperatura se estimó la evapotranspiración potencial (ETPc) mediante el Método de Thornthwaite,⁴³ un flujo de salida del metabolismo social a la atmósfera que se presenta de manera más intensa en primavera-verano, cuando se hace uso de la reserva de la presa de Cointzio. Con lo anterior, se infiere si los cultivos enfrentan estrés hídrico y, en consecuencia, una mayor demanda de riegos.⁴⁴ Incorporando la variable precipitación, y restando la ETPc, se estimó el *déficit hídrico*, un indicador de la posible vulnerabilidad hídrica de las poblaciones rurales a lo largo de un ciclo agrícola (*Anexo a* del capítulo correspondiente).

Las estaciones de medición meteorológica se muestran en la Tabla 15. Para el caso de las normales, se tomó el intervalo 1951-2010, como una referencia representativa para comparar

⁴³ Es un método indirecto para estimar la evapotranspiración basado principalmente en la variable de la temperatura media anual. Se considera la duración astronómica del día, que depende de la latitud y la radiación solar varía, en función de esto. Ver *anexo a* del capítulo correspondiente para ampliar explicación y ver las ecuaciones.

⁴⁴ Para los agricultores que cuentan con infraestructura de riego rodado y disponibilidad de agua en reserva, es posible suplir la demanda de agua cuando la ETPc es alta. En cambio, en tierras de temporal esto no es posible, y la alta evapotranspiración y falta de lluvias afectan a los cultivos y la economía del campesino.

con los eventos climáticos atípicos que se traducen en “siniestros”. Por otro lado, el SMN también proporciona datos diarios desde los años 60 hasta 2016, lo cual permitió realizar el análisis climático⁴⁵. No obstante, el periodo de investigación en la unidad agrícola se llevó a cabo entre el mes de enero de 2016 hasta el mes de agosto de 2019. La serie de datos del SMN tenía información hasta el mes de diciembre de 2016. Por ello, fue necesario incorporar la estación Morelia (16080), la cual se suma al final de la Tabla 15; durante una entrevista a profundidad se proporcionaron las mediciones para 2016-2019, parte del periodo en el que la Secretaría de Desarrollo Rural y Agroalimentario (SEDRUA) ya había registrado siniestros climáticos en el Módulo de Riego III (MRIII) y en Michoacán (2016-2018).

Tabla 15. Estaciones de medición en el polígono del Módulo de Riego III, Morelia (16080), Cuitzeo y Jesús del Monte.

#	MUNICIPIO	CLAVE	NORMALES 1951-2010	ESTACIÓN		LATITUD	LONGITUD	ALTURA msnm	Distancia entre OBS y Estaciones
1	Morelia	16055	NORM 51-10	00016055	Jesús del Monte	19°39'06''	101°09'05''	2,180	9
2	Morelia	16022	NORM 51-10	00016022	Cointzio	19°37'30''	101°16'52''	2,096	18.9
3	Tarimbaro	16028	NORM 51-10	00016028	Cuitzillo Grande	19°46'00''	101°07'10''	1,987	12
4	Tarimbaro	16512	NORM 51-10	00016512	El Colegio	19°46'21''	101°10'41''	1,880	10
5	Á. Obregón	16016	NORM 51-10	00016016	Carrillo Puerto	19°53'50''	101°02'17''	1,840	21.7
6	Á. Obregón	16004	NORM 51-10	00016004	Alvaro Obregón SMN	19°49'00''	101°02'00''	590	20.6
7	Indaparapeo	16105	NORM 51-10	00016105	Quirio	19°47'51''	101°59'42''	1,858	30
8	Morelia	16080	NORM 51-10	00016080	Morelia (OBS)	19°42'00''	101°11'00''	1912.7	0

Nota. Elaboración propia con base en los datos del SMN, CONAGUA, servicio en línea.⁴⁶

Para usar la estación Morelia (16080) fue necesario realizar y verificar su representatividad. En ese sentido, y para justificar su uso, se realizó un análisis de correlación entre dicha estación y las estaciones del MRIII; en este punto se descartaron las estaciones Morelia (Jesús del Monte 16055 y Cointzio 16022). Lo relevante era saber si la estación Morelia (16080) sería adecuada para lograr el objetivo de identificar los siniestros reportados: *granizadas, heladas, lluvias torrenciales, inundaciones y sequías*. Por otro lado, la estación Morelia (16080) y el resto de estaciones se encuentran cercanas, motivo por el cual también se

⁴⁵ Estaciones del SMN, normal climática es el promedio de una variable climática dada, a partir de datos de por lo menos 15 años, consideran los siguientes sitios que compren el Módulo de Riego III: 16016 Carrillo Puerto (1969-2015), 16028 Cuitzillo Grande (1969-2007), 16091 A. Obregón (1966-2016), 16105 Quirio (1963-2014), y 16512 el Colegio (1986-2016).

⁴⁶ <http://smn.conagua.gob.mx>

justificaría su uso. Todas ellas se ubican en la cuenca media baja, a una distancia no mayor de 30 km a la redonda (Estación Quirio, referencia más lejana).

El resultado del análisis arrojó que las correlaciones son elevadas y significativas tanto para las temperaturas máximas y mínimas, y la precipitación, entre la estación Morelia (16080) y las estaciones del MRIII (Ver tabla 16). Los valores de Tmin y Tmax diarios entre estaciones concuerdan suficiente, indicando que las variaciones en temperatura tienen un componente a nivel "región" (cuenca media baja). Los datos de precipitación diaria concuerdan en menor grado, porque los eventos convectivos son muy localizados. Por otro lado, al analizar las correlaciones agregando los datos por mes, tanto las correlaciones como las regresiones son bastante altas y significativas en todos los casos. En conclusión, la estación Morelia (16080) puede considerarse como una “referencia” válida del comportamiento de las estaciones del polígono MRIII. Para visualizar lo anterior se muestra la Tabla 16.

Tabla 16. Análisis de correlación de las variables climáticas (temperatura y precipitación).

Morelia (OBS) 16080	Resumen del análisis de correlación				
	R; t; gl; p ⁴⁷				
Estaciones / Variable	Cuitzillo Grande 16028	El Colegio 16512	Álvaro Obregón 16091	Carrillo Puerto 16016	Quirio 16105
T mínima (diaria)	0.751; 87.131; 5853; < 0.001	0.687; 90.492; 9140; < 0.001	0.713; 99.589; 9576; < 0.001	0.716; 99.477; 9360; < 0.001	0.700; 94.156; 9188; < 0.001
T máxima (diaria)	0.698; 74.61; 5856; < 0.001	0.570; 66.431; 9130; < 0.001	0.652; 84.168; 9571; < 0.001	0.656; 84.171; 9345; < 0.001	0.573; 67.172; 9184; < 0.001
Precipitación (mensual)	0.888; 28.653; 220; < 0.001	0.922; 40.772; 293; < 0.001	0.912; 38.341; 295; < 0.001	0.886; 33.406; 305; < 0.001	0.898; 35.54; 302; < 0.001

Nota. Elaboración propia con base en los datos del SMN, CONAGUA; Análisis empleando R Core Team (2018).

Luego del análisis de correlación, se avanzó en identificar los eventos climáticos atípicos de los últimos ciclos agrícolas (2016-2019) de la estación Morelia (OBS). Lo anterior se desarrolla en el apartado de resultados y, así, comparar con los reportes de siniestros de la SEDRUA para los eventos de heladas, granizadas, lluvia torrencial, inundaciones significativas y sequías; no hubo reportes de vientos y falta de piso (excesiva humedad del suelo que no permite la cosecha con la trilladora), pero sí se presentó este último a finales de 2018. No es propósito profundizar sobre cómo se origina cada evento desde el punto de vista de las fuerzas físicas que las definen (por ejemplo, un ciclón), resulta un esfuerzo fuera del

⁴⁷ R de Pearson o correlación de Pearson; t – estadístico, curva de probabilidad de que la relación, dado los datos y distribución de los mismos, sea debido al azar (aspectos que no se pueden controlar); gl de grados de libertad; y p-value de la probabilidad de que sea al azar, si se aproxima a cero es baja probabilidad y por ende la correlación es alta.

alcance de este trabajo. Para ampliar de alguna manera, se suma la definición desde el enfoque de la agronomía, como indicadores para el evaluador de los siniestros climáticos.

Además, se realizó la comparación de los datos de la estación Morelia (16080) (2016-2019) con las normales anuales para la misma estación y cada estación del MRIII: considerando las variables precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y déficit hídrico. Todo ello se expresa también en el apartado de resultados, de manera que se refleja recientemente un escenario hidrológico desfasado de la expectativa de ocurrencia, con consecuencias que intensifican la crisis hídrica ya experimentada en el MRIII por el manejo del agua contaminada. Por ejemplo, los datos de precipitación de los meses de junio a septiembre de la serie de tiempo (2016-2019), comparados con los datos de precipitación normal, indican sequía, o bien, exceso de lluvias, tal como el IPCC describe algunos efectos de cambio climático.

A manera de observar y complementar lo anterior, se agregan datos del volumen de almacenamiento de la presa de Cointzio en el periodo 1996-2018 (datos disponibles), un indicador más de la disponibilidad de agua tanto para las organizaciones de agricultores como para los asignatarios del uso urbano público en Morelia. Con dichos datos se observa el volumen de agua consumida en los últimos ciclos agrícolas, que corresponde por un lado a la acumulación anual de la precipitación, y por otro a los escurrimientos de la cuenca alta. Esto refleja variabilidad de apropiación del agua, así como una priorización del uso de la misma para lo urbano, en demérito de lo que ocurre en el ámbito rural.

El análisis cuantitativo descrito se considera como una aproximación parcial de balance de materia y energía (hídrico), desde el punto de vista del metabolismo social. Abordar el enfoque de metabolismo social considera partir de la contabilidad de flujos, o bien, de las relaciones sociales que determinan dichos flujos. Considerando lo anterior, el presente trabajo intenta incorporar ambas perspectivas con el fin de comprender de manera integral la *crisis hídrica* local y regional que define los términos del manejo y gestión del agua, la que se puede describir en parte por la ocurrencia de siniestros climáticos que están fuera del control de los agricultores. Cabe señalar que el presente análisis no refleja otras manifestaciones de siniestros antes del año 2016; no se proporcionaron por ahora más datos de la Secretaría de Desarrollo Rural y Agroalimentario (SEDRUA).

En resumen, el análisis hidroclimático permite estudiar una parte de la relación entre el ciclo del agua y el ciclo productivo agrícola en la etapa de apropiación y transformación (metabolismo social), así como la manera que se define el manejo del agua, y que se puede expresar como un balance de flujos de la siguiente manera (entre paréntesis el consumo para la actividad agrícola):

Precipitación – (riego de temporal) = escorrentía (Río Grande de Morelia) – riego rodado en otoño invierno + infiltración (acuífero) – extracción subterránea (pozos profundos) – captación y consumo de agua rodada en primavera verano (Presa Cointzio) – evaporación – evapotranspiración (cultivos) + fuerza de trabajo del agricultor (horas de trabajo) + otras fuentes de energía (diésel, nutrientes, etc.) = valores de uso (consumo) = valores de cambio (mercado)

La expresión anterior muestra los momentos del ciclo del agua, e incorpora algunas etapas del ciclo productivo y la fuerza de trabajo del agricultor, hasta obtener valores de uso y valores de cambio. En la anterior expresión no se logra ver las relaciones de poder que determinan los flujos de agua. Por ese motivo, el enfoque de metabolismo social desde la contabilidad de flujos es un esfuerzo limitado, así como el enfoque de las relaciones sociales que no incorpora las condiciones materiales o de las fuerzas biofísicas que intervienen. El análisis integral permite observar ambos aspectos y explicar el fenómeno de interés, tal como se discute en el capítulo de resultados.

3.3.4 Visitas de campo y diálogos a profundidad con actores internos

Los recorridos a campo y las pláticas con los agricultores y trabajadores del módulo de riego fueron herramientas relevantes en este trabajo. El objetivo fue recuperar las experiencias de los *delegados de los ejidos* y dueños de *pequeña propiedad* a través de *diálogos a profundidad* para reconocer sus prácticas de manejo del agua y percepción hacia la contaminación del agua y los cambios en el clima de los últimos tiempos, a nivel de su parcela y de su comunidad. Se decidió realizar las entrevistas con los *delegados* porque representan a otros agricultores en sus ejidos, y a su organización como pequeños propietarios, respectivamente. La selección de la muestra se diseñó para tener una aproximación al concepto de gestión del agua, pues este agricultor tiene el servicio de llevar las demandas de sus representados al nivel del módulo de riego.

Además de los representantes delegados, los agricultores se entrevistaron en calidad de trabajadores del campo. Por ello, durante la entrevista también se abordaron los momentos del

manejo del agua. De esta manera, se intentó cubrir los diferentes momentos del metabolismo social desde el punto de vista del agua y otros recursos disponibles para ejercer su labor, ejercicio mediante el cual se considera se logró representatividad dentro del grupo de preguntas abiertas. De hecho, una debilidad observada que define la gestión del agua fue que entre delegados no se conocían, pero reflejaban condiciones similares en el nivel del trabajo como campesinos en su parcela.

Por otro lado, se llevó a cabo un diálogo abierto participativo con los trabajadores asalariados del módulo de riego. La herramienta fue propuesta por ellos mismos, quienes decidieron reunirse en una misma fecha para responder a las inquietudes de investigación; en un principio se pensó entrevistar a cada uno, ya que son trabajadores de tiempo completo, día y noche, pero afortunadamente se organizaron de forma que el diálogo fuera colectivo. A través de las experiencias de los canaeros, operadores de máquinas, estadista y personal de mantenimiento general, fue posible conocer la dimensión de esfuerzo para el mantenimiento y conservación de la infraestructura que se tiene concesionada, como parte de los procedimientos hidroútiles (PHU).

Se entrevistó a profundidad a dos tipos de actores dentro del MRIII, lo cual contribuye a la triangulación de información. También se planeó esta herramienta con los vigilantes del módulo y administradores, pero sólo se logró el diálogo con los dos *vigilantes*. Para cada caso se elaboró una guía de entrevista abierta y flexible, que permitiera dar un orden a la conversación. Por su parte, las visitas de campo fueron limitadas, ya que en muchos casos los agricultores pensaban adecuado dialogar en sus viviendas por cuestión de seguridad y falta de transporte. Las pocas vistas de campo fueron con algunos agricultores o trabajadores que contaban con vehículo y tiempo para recorrer sus parcelas o la infraestructura, respectivamente. La *entrevista a profundidad*⁴⁸ fue un medio adecuado para conocer el sentir y experiencia de los actores involucrados en el manejo del agua.

Tomando en cuenta la riqueza de dicha herramienta, se orientó hacia el *diálogo* como un

⁴⁸ “Cada individuo es un nodo de relaciones en que se constituye como perspectiva compleja y al mismo tiempo parcial (no es sólo un individuo: es varios individuos a la vez, pero tampoco es completo, pues su perspectiva tiene también la de los otros). El entrevistado, o el participante en una reunión grupal, representa así una “clase” o categoría social, entendida como una posición y una perspectiva específica en una estructura o relación. La “comunidad” o el colectivo no pueden describirse como un conjunto de individuos, sino como un conjunto de modalidades típicas y específicas de la subjetividad, sostenida en las concretas relaciones que el colectivo tiene con otros colectivos o internamente entre sus componentes” (Ibáñez, 2006, p.23).

proceso de retroalimentación, a manera de establecer una plática no rígida con el entrevistado. Siempre se les comentó que dicha información sería con fines académicos y con la intención de poner en la mesa el diálogo con otros actores para dar a conocer el tema en cuestión, de esta manera los agricultores delegados y trabajadores del módulo con agrado se expresaron muy bien durante la entrevista, como una forma de participación (así lo consideraron). En el siguiente subtema, se abordan las guías de entrevista para cada tipo de actor, y algunos criterios para construirla.

3.3.4.1 Guías de entrevista, prueba piloto y observaciones

La guía de entrevista es una batería de preguntas diseñada con base en los momentos del manejo del agua y sobre algunos aspectos de la gestión. Para el caso de los agricultores delegados, se elaboró una serie de preguntas que fue presentada como prueba piloto el 5 de agosto de 2018 en la comunidad de Téjaro, aplicada a dos delegados de los ejidos de Potrero verde y Téjaro de los Izquierdos, y otro agricultor invitado, con quienes se realizó un interesante ejercicio para obtener los costos de producción; se invitó a más delegados, sin embargo, no pudieron asistir por motivos diversos, lo cual fue un criterio para definir la entrevista de manera individual y coincidir con sus tiempos.

Por otro lado, en cada entrevista, se solicitó grabar la conversación para tener un respaldo que evitara omitir voluntariamente algún detalle.⁴⁹ En general, los agricultores aceptaron con gusto, y mostraban mucha facilidad en responder las preguntas; el 50% de los agricultores delegados (64 en total) fueron entrevistados, en su mayoría ejidatarios. Algunos de ellos sentían que su participación podría ser equivocada o poco valiosa, sin embargo, al término de cada una, todos expresaron satisfacción por haber platicado como una amistad, también agradecidos porque fue un ejercicio de desahogo y participación nunca antes experimentada. Incluso, consideraron que la retroalimentación les sirvió mucho para conocer más sobre el módulo de riego y de otros compañeros delegados,⁵⁰ ya que se les compartieron algunos

⁴⁹ Grabadora de sonidos, marca SONY.

⁵⁰ Por ejemplo, se les comentó acerca de unos agricultores de Álvaro Obregón que empezaban a producir sus propios insumos alternativos no tóxicos (supermagro). Entonces, se les preguntó si asistirían a capacitaciones para aprender las técnicas que la SAGARPA llevaba a cabo a través de algunos extensionistas, lo cual les pareció una buena oportunidad. Uno de los agricultores entrevistados asistió a una capacitación, no obstante, se le dificultó conseguir los materiales para iniciar su propia producción. Por ello, se pensó en la necesidad de planear un taller posteriormente, habiendo concretado los resultados de este trabajo, como una oportunidad para que el MRRI baje sus costos por la eutrofización de los canales de riego.

detalles previamente observados y escuchados, como por ejemplo el uso de insumos alternativos en la parcela.

Además, se les solicitó dar un paso más adelante con talleres en los ejidos. No obstante, este paso no se concretó, pues las juntas ejidales se llevaban a cabo cada mes, cada dos meses, cada seis meses, o simplemente ya no se reunían. Se asistió a pocas reuniones debido a que las mismas se llevaban realizaban muy tarde y se dificultaba el regreso, por ser comunidades lejanas y de escaso transporte público. En las pocas reuniones que se participó,⁵¹ se les solicitó realizar un *taller participativo tipo diagnóstico-planeación*,⁵² no obstante, la falta de contacto generó dudas, por lo que se acordó con el delegado dejar este ejercicio para otro momento en el cual se pudiera participar más de cerca con la comunidad, tal como sí se logró con la Asamblea de Delegados.

Posteriormente se concretó la batería de preguntas (testadas en el primer taller de Téjaro), y se logró el acercamiento a otros agricultores. Las preguntas se exponen en el *anexo b* del capítulo correspondiente, divididas en cuatro secciones, de alrededor de 60 preguntas en un tiempo variado de entre una hora, y una hora y media: 1) preguntas introductorias, 2) acerca de la gestión del agua, 3) acerca del manejo del agua, y 4) acerca de la comunidad. Las respuestas se transcribieron parcialmente con el software *ExpressScribe*.

Por su parte, la batería de preguntas para los trabajadores del módulo de riego, canaleros, operadores de máquinas y estadista se encuentra en el *anexo c*. En este caso, como ejercicio colectivo, el orden de las preguntas fue variando porque en las intervenciones surgieron temas no considerados al principio, por ello, se buscó dar profundidad a todos esos detalles, y luego retomar las preguntas elaboradas. Este ejercicio duró casi dos horas, sin posibilidad de hacer prueba piloto ya que sus tiempos son bastante limitados. De hecho, la oportunidad de entrevista ocurrió porque días antes, siete puentes que atraviesan el canal de riego Joconoles se taparon por completo de basura, y ellos llevaban días de alto riesgo laboral por la exposición a

⁵¹ El ejido de Uruétaro (diciembre de 2018) Álvaro Obregón (mayo, y septiembre de 2018), El Calvario (noviembre de 2018).

⁵² La herramienta se preparó a pesar de que no se diera la oportunidad de realizarla, lo cual permite dar seguimiento como línea pendiente de investigación; el taller participativo consistía en un diagnóstico a partir de las categorías del FODA, con el objetivo de planear algunas líneas de trabajo por cada ejido dispuesto a participar, principalmente aquellos que riegan con aguas contaminadas.

residuos tóxicos, por tal motivo se dio la oportunidad de participar en la investigación para visibilizar las condiciones de riesgo en las que desarrollan su trabajo.

Antes de ver la batería de preguntas, cabe añadir que en este ejercicio se observó participación parcial de los trabajadores. En primer lugar, quienes aportaron más ideas eran tres miembros que empezaron a trabajar con el MRIII desde la transferencia de la responsabilidad a los agricultores, que eran ex trabajadores de la SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). El resto de los miembros también comentaron algunos detalles desde su labor específica, ya que eran miembros de menor tiempo laboral. Estos últimos coincidían en las ideas de sus compañeros, y añadían detalles que sentían necesarios. No obstante, se observó silencio con algunos, con quienes se dialogó aparte, encontrándose que las relaciones laborales, *patrón-trabajador*, no siempre han sido de apoyo y tenían alguna represalia.

En lo que respecta a los diálogos con los vigilantes encargados del MRII, fue un ejercicio también significativo, ya que son los encargados de observar y proponer a los administradores ideas que encaminen mejor los trabajos (*anexo d*). Se entrevistaron a los dos vigilantes, representantes por un lado de los ejidos, y por otro de los pequeños propietarios. Se observó escasa coordinación entre ellos. Por otro lado, el avance de investigación les pareció valioso como recurso para que se pudieran incidir sobre la organización del módulo. Escucharon la retroalimentación de los delegados, lo que les preocupó bastante. Así, los vigilantes quedaron pendientes del trabajo final, porque consideraron necesario explorar su potencial uso; una necesidad desde el punto de vista de la IAP.

Para concluir esta parte, cabe señalar que en las baterías de preguntas se enfatizó sobre los dos factores socioambientales definidos: la contaminación del agua y los factores climáticos adversos, desde el manejo y gestión del agua. Se logró una *caracterización simple del agua de riego*, pero suficiente válida, desde la perspectiva de los campesinos y trabajadores del módulo de riego, la cual se contrastó con los datos cuantitativos. Asimismo, se logró avance para el caso del análisis hidroclimático, aunque de manera más general por la dificultad de obtener más datos. También se realizaron las entrevistas o diálogos a profundidad con los actores internos en el MRIII, una fuente de información para elaborar las baterías de preguntas con los actores externos, porque así fue posible realizar la misma retroalimentación con los tres niveles de gobierno al servicio de los recursos hídrico.

3.3.5 Diálogos a profundidad con actores externos

En el mismo sentido que el diálogo a profundidad con actores internos, también se buscó profundizar con actores externos al MRIII. Desde el nivel federal, estatal, y municipal, el objetivo era retroalimentar información con aquellos actores trabajadores o funcionarios de las dependencias de gobierno que están a cargo de alguna dimensión de la gestión del agua, en diferentes niveles de poder como instituciones formales.

Los actores que participaron en las entrevistas del nivel federal fueron de la dependencia CONAGUA, y dos actores más de SAGARPA (hoy SADER), y la SEMARNAT. Dentro de la CONAGUA se encuentran dos áreas que previamente se les solicitó información cuantitativa, por ello se entrevistó a profundidad a algunos técnicos para resolver algunas dudas y externar comentarios del avance de investigación. En el nivel estatal sólo se entrevistó a cuatro actores, tres de la Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas (CEAC) y uno jubilado del área de infraestructura de saneamiento. Por su parte, en el nivel municipal se logró entrevistar a los directores de los organismos de Tarímbaro y Álvaro Obregón; no fue posible el acercamiento con el ex director de Morelia⁵³ (había huelga de trabajadores sindicalizados), sólo a través de un trabajador que llevaba el tema de saneamiento, a quien se entrevistó luego del conflicto laboral, ya establecida la nueva administración del partido morena.⁵⁴

Cabe mencionar que no se logró entrevistar a todos los actores planeados. En el caso de la CONAGUA, la nueva administración federal recortó presupuesto, y a varios actores que estaban contemplados se les despidió; fuera de la institución ya no se logró la entrevista. Por otro lado, los participantes permitieron que la conversación se grabara, aunque hubo algunos que no lo consideraron necesario, se percibió temor. Se puede decir que el ejercicio de diálogo con actores externos fue limitado, aunque hubo aspectos clave para contrastar opiniones con los miembros del MRIII. Cuando se dialogó con dichos actores siempre se mantuvo el argumento de que no se ha avanzado en la recuperación de los ríos de la cuenca, y que eso era urgente para los agricultores y otros usuarios de la cuenca baja.

⁵³ Ingeniero Roberto Valenzuela.

⁵⁴ Antes de la transición del gobierno federal en 2018, el Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Morelia (OOAPAS) atravesaba una huelga del Sindicato de Trabajadores (STAOOAPAS, CROC), por lo que los servicios en general quedaron limitados y al manejo del personal no sindicalizado. Con la nueva administración de morena se levanta el paro de labores tras dos meses de manifestaciones. Uno de los principales señalamientos del sindicato era la *privatización de las aguas*, mediante el cual el servicio de saneamiento del agua queda en manos de un privado, entre otros motivos del contrato laboral no resueltos.

3.3.6 Diálogo participativo entre módulos de riego

Una herramienta similar a la anterior es la que se llevó a cabo con los módulos de riego II, III y IV, para tratar la posibilidad de diálogo con el OOAPAS Morelia, acerca el reúso las aguas de la PTAR Atapaneo. Para este caso se diseñó un guion de la reunión donde se propusieron algunos puntos a discutir. A la sesión asistieron al menos dos miembros por módulo, donde se comentaron algunos aspectos de la Ley de Aguas Nacionales, así como los riesgos de ceder el agua de la Presa de Cointzio. Un agricultor de Indaparapeo, actor clave, fue invitado para reflexionar sobre los antecedentes de gestiones por el agua, quien enfatizó en que las propuestas de los gobernantes eran poco viables para los agricultores, por ello habría que tener cuidado con las nuevas propuestas.

Sin duda, el ejercicio de tres horas de conversación entre los agricultores de los tres módulos de riego, resultó positivo. Por un lado, todos estaban de acuerdo en que no estarían dispuestos a ceder su agua si las reglas no quedaban claras, litro por litro, de acuerdo a sus derechos. Por otro lado, se identificaron roces entre agricultores, por lo que es necesario pensar en alguna estrategia que ayude a disolver los conflictos entre ellos. Al final del ejercicio, se esperó el diálogo con el OOAPAS, pero no se consiguió concretar alguna fecha, ya que la nueva administración de dicho organismo no volvió a solicitar audiencia para tal fin.

CAPÍTULO IV. LOS AGRICULTORES EN LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO, Y LA PROBLEMÁTICA SOCIOAMBIENTAL

Introducción

El trabajo del agricultor en la parcela es una labor dependiente de su entorno ambiental, político y económico. Si bien, el productor tiene un grado de independencia para decidir en su tierra, existen múltiples factores externos a su ámbito cotidiano que definen en mayor medida su quehacer, a pesar de que él mismo no sea consciente totalmente de ello. Los recursos naturales y medios de vida como el agua son los principales elementos de control político, a través de los cuales surge una estructura oligárquica que determina su aprovechamiento y las reglas para tal propósito. Por ello, resulta necesario reconocer de manera general algunos *determinantes* del manejo y gestión del agua que tienen lugar en la cuenca del lago de Cuitzeo (CLC), ya que en la visión de complejidad es fundamental considerar para un análisis integral.

Así, el objetivo de este capítulo es abordar una caracterización general y análisis teórico del entorno en el que los agricultores se desenvuelven, el cual se puede dividir en tres niveles de procesos (García, 2006). En el primer nivel se aborda la organización de agricultores, y su relación con otros consumidores del agua en la CLC (metabolismo urbano-industrial-rural); se reconoce la interdependencia entre ellos por las fuentes de agua y las descargas de aguas residuales, como parte de la dimensión ambiental. En el siguiente nivel se trata la dimensión política nacional, en concreto la *descentralización de la gestión del agua* de los noventas, momento histórico a partir del cual se constituye la asociación de agricultores, se agudiza la crisis por falta de recursos para sostener los procedimientos hidroútiles (PHU), y se acelera el crecimiento urbano que propicia mayor contaminación en el valle Morelia-Queréndaro.

El tercer nivel es sobre la incidencia del sistema económico mundial en la política hídrica, que actualmente no se han definido en qué términos operaría la reforma al 4° constitucional. El sistema se consolida como una red de intercambio comercial desigual entre países desarrollados y subdesarrollados (México), que incentiva salarios bajos, y demanda recursos de la naturaleza como el agua y energía fósil, propiciando el cambio del clima global y la crisis hídrica. Las instituciones internacionales BM, el FMI y la GWP han impulsado una política hídrica en México de apropiación del agua para la inversión privada, una visión mercantil que motiva conflictos sociales y pobreza hídrica. Esto se identifica como un proceso de tercer nivel, que determina los dos procesos anteriores. En ese sentido, vale la pena

considerar el momento presente donde es urgente una reforma a la ley de aguas de interés social o comunitario.

4.1 La Cuenca del Lago de Cuitzeo y sus fuentes de agua

La Cuenca del Lago de Cuitzeo se encuentra en la VII Región Hidrológico-Administrativa (RHA) Lerma Santiago,⁵⁵ entre el estado de Michoacán (3,380.72 km²) y una parte en Guanajuato, sumando un total de 3,675 km². La cuenca está delimitada por las coordenadas geográficas 19°26' y 20°08' latitud norte y 100°37' a 101°28' longitud oeste, dentro del Eje Neovolcánico Transversal. Representa el 5.76% de la superficie michoacana, sumando trece municipios, por lo que la administración de la misma es un gran reto (CONAGUA, 2011a). En las Ilustraciones 12 y 13 se muestra la referencia geográfica de la CLC, de lo macro y a lo micro, respectivamente, mientras que en las Tablas 17 y 18 se presentan algunos datos generales y los municipios que pertenecen a la misma, en ese orden.



Ilustración 12. Mapa de México (y fronteras), la VII RHA Lerma Santiago, y la Cuenca del Lago de Cuitzeo. *Nota.* Mapa retomado de Caire (2005, p.58) e INE.

⁵⁵ La región Lerma Santiago es una de las 13 Regiones Hidrológico-Administrativas en México (Enfoque de administración por Cuencas), de las cuales se desprenden subcuencas como la Cuenca del Lago de Cuitzeo. La VII RHA Lerma Santiago está constituida por los estados de Guanajuato (43.75%), Michoacán (30.26%), Jalisco (13.42%), Estado de México (9.8%), y Querétaro (2.76%).

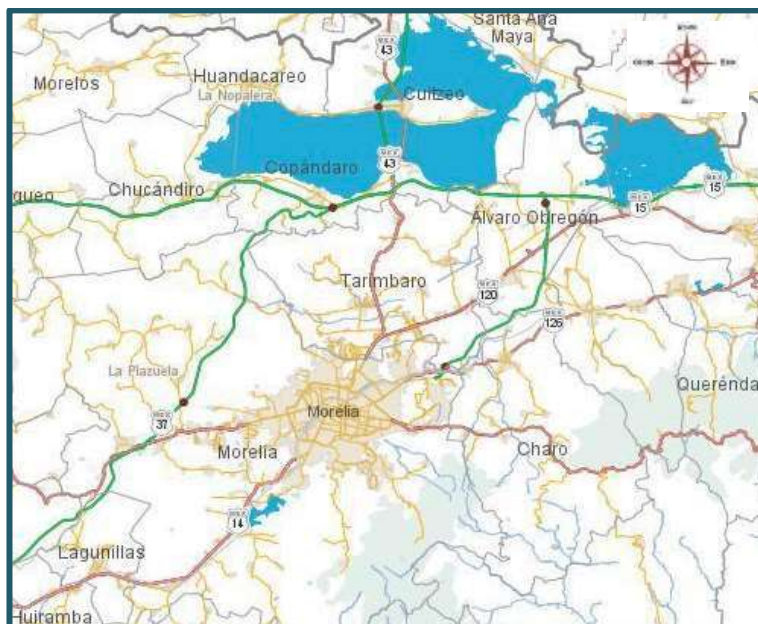


Ilustración 13. Mapa de Cuenca del Lago de Cuitzeo, y vista de cuerpos de agua, recorte parcial. **Nota.** INEGI, *Mapa Digital de México, Versión V6.3.0, 2018, impresión de pantalla.*

Tabla 17. Características climáticas y físicas de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Tipo de clima: Templado subhúmedo con lluvias en verano
Precipitación Anual Media 600-1200 milímetros. Entre Julio y octubre
En la Cuenca Alta: 800-1200 mm; En la Cuenca Media y Baja: 600-800 mm
Distribución de la temperatura 16-18 grados Celsius
Suelos dominantes: Phaeozem y Vertisol (Leptosol cerca de Morelia)
Elevación Promedio Cuenca alta: 2000-2500 msnm; Cuenca Media Baja: 1500-2000 msnm

Nota. Fuente: (INEGI, Gobierno del Edo. de Michoacán, 2017) (CONAGUA, 2011a).

Tabla 18. Municipios de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Municipio	Coordenadas	Altitud	Habitantes
1. Acuitzio	19°29'46" y 101°19'58"	2075	11425
2. Indaparapeo	19°47'24" y 100°58'06"	1921	16990
3. Morelia	19°42'12" y 101°11'31"	1920	784776
4. Charo	19°44'50" y 101°02'48"	1898	21784
5. Zinapécuaro	19°51'36" y 100°49'39"	1883	47327
6. Tarímbaro	19°47'44" y 101°10'35"	1864	105400
7. Chucándiro	19°53'59" y 101°20'00"	1850	4559
8. Queréndaro	19°48'35" y 100°53'00"	1847	13836
9. Huandacareo	19°59'19" y 101°16'33"	1846	11723
10. Álvaro Obregón	19°49'34" y 101°02'18"	1844	21651
11. Santa Ana Maya	20°00'30" y 101°01'18"	1841	12466
12. Copándaro	19°53'37" y 101°12'55"	1837	9151
13. Cuitzeo	19°58'05" y 101°08'22"	1837	29681

Nota. (INEGI, Gobierno del Edo. de Michoacán, 2017), modificado de acuerdo a la altitud y escurrimientos, con base en Cuadro 1.2.

La cuenca se caracteriza por albergar el Lago de Cuitzeo, el segundo más grande de México después del Lago de Chapala, con una extensión aproximada de 400 km². Dicho lago es un cuerpo de agua endorreico, tipificado como sitio Ramsar por ser un humedal que alberga aves migratorias, y ser una de las cuarenta áreas protegidas en el estado de Michoacán (CONAGUA, 2011a).

A pesar de ello, el lago recibe un escurrimiento de agua residual aproximado de 416.3 hm³/año de la cuenca alta a través del Río Grande de Morelia y el Río Queréndaro, y otros tributarios de menor tamaño. De ellos, el primero es el principal tributario de la cuenca, con un bajo caudal que se forma por los ríos Tiripetío y Tirio, a los cuales se les une el Río Chiquito de Morelia, el Río Tarímbaro entre otros más pequeños (CONAGUA y CEAC, 2009). El Río Grande es un cuerpo de agua que se usa para conducir agua a una gran parte de los agricultores adscritos al Distrito de Riego 020; una parte de su caudal se desvió a la altura del municipio de Álvaro Obregón y Tzintzimeo, y hoy día el Río Viejo de Morelia es un dren de riego agrícola.

Aguas arriba del lago y Río Grande de Morelia, al suroeste, se ubica la Presa de Cointzio. La presa es una fuente de agua muy importante para la cuenca, con una capacidad total de 84.84 Mm³ y capacidad útil de 69.84 Mm³, de la cual se abastece gran parte de la población Moreliana y los agricultores de los municipios de la Tenencia Morelos, Charo, Tarímbaro, Álvaro Obregón e Indaparapeo. En Queréndaro, hacia el noreste de Morelia, se encuentra la Presa de Malpaís de uso agrícola, con una capacidad de 28.23 Mm³ y capacidad útil de 18.09 Mm³, reducción de volumen a causa del azolve por la deforestación en los cerros aledaños y descarga de contaminantes del municipio de Queréndaro.

Por otro lado, se encuentra el Manantial de la Mintzita, un sitio natural tipificado Ramsar del cual se extrae agua para la ciudad de Morelia y para la periferia rural. Hoy día, se encuentra en riesgo por la amenaza por proyectos inmobiliarios. El manantial es cuidado por la comunidad ecológica de Jardines de la Mintzita, una organización civil que ha contribuido a visibilizar el riesgo que tiene el manantial por la mala planeación territorial; esto se comparte durante las *ferias del agua la gotita* que se llevan a cabo desde 2015, en diferentes zonas de Morelia a manera de protesta social.

Respecto al agua subterránea, el acuífero Morelia-Queréndaro está sobreexplotado, con una recarga anual de 221.28 Mm³ y un volumen concesionado de extracción de 225.58 Mm³, una demanda que probablemente seguirá aumentando con la mancha urbana; el incremento de la población desde 1990 a la fecha ha aumentado en al alrededor del 50% (Ilustración 14). Es decir, la presión social sobre el agua es tal que la disponibilidad es de -4.3 hm³, motivo por el cual está en veda.

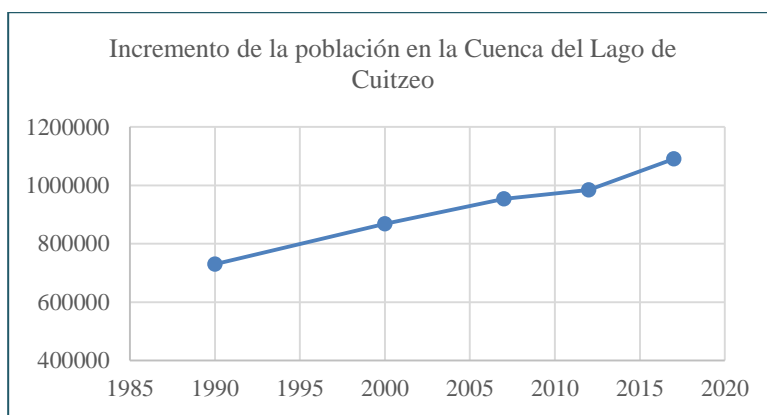


Ilustración 14. Incremento de la población en la cuenca del lago de Cuitzeo. **Nota.** *Elaboración propia con base en (CONAGUA, 2011a) (INEGI, Gobierno del Edo. de Michoacán, 2017).*

Por otro lado, la CLC está separada de otras cuencas en términos de los escurrimientos superficiales que inician en las áreas de mayor elevación, líneas divisorias o *parte aguas* (lomas o cerros). Así, la cuenca se aparta de las cuencas de Pátzcuaro, Solís, Alto Lerma y Melchor Ocampo (ver primera ilustración del presente capítulo), no obstante, el corte entre ellas es relativo ya que existe flujos de materia y energía a través del manto freático, lo cual implica un arrastre de agua y minerales. De este tema se tiene escasa referencia, pero se sabe que en el pasado eran cuencas que no estaban divididas.

Así mismo, la CLC se vincula con otras en el nivel atmosférico. El vapor de agua se mueve de una cuenca a otra dependiendo de las variables climáticas. Además, en el nivel atmosférico existe un transporte de residuos o gases que emiten ciertas actividades humanas. En Morelia, por ejemplo, la papelería Kimberly Clark, ubicada al sur de la ciudad, emite gases nauseabundos que llegan a toda la zona urbana y periferias. El rastro municipal es otro ejemplo que diariamente sacrifica animales y emite gases de efecto invernadero que, por acción del viento, también se dispersan a las periferias. Entre otras.

También existe un intercambio de trabajo y bienes económicos que requirieron agua para su producción (*agua virtual*), lo que además implica una separación relativa entre cuencas desde el punto de vista del *mercado* como medio de intercambio de valores de uso. A nivel nacional, se presenta esta separación relativa con otras cuencas fuera del estado michoacano, e inclusive con otras naciones. Por ejemplo, la *exportación* de aguacate desde zonas como Uruapan o Tacámbaro, o la *importación* de insumos agroquímicos a los municipios de vocación agrícola como Tarímbaro, Indaparapeo, Álvaro Obregón y Queréndaro, y la exportación de los granos producidos hacia otros estados como Querétaro o Guanajuato.

En resumen, la CLC es un sistema con sus propios elementos, y a su vez, es un sistema abierto al vincularse con otras cuencas por factores naturales y socioeconómicos. Es importante reconocer esta dimensión geográfica, por el hecho de que es la referencia para la administración del agua, aunque no signifique que sea adecuada la división. Es necesario no perder de vista la interrelación con otras cuencas, porque de hecho no existe ninguna división real desde el punto de vista de la biósfera.

4.1.1 Los usos y manejo del agua, y la excreción de aguas residuales

Los municipios de la CLC ejercen presión sobre los recursos hídricos en distintos grados en función del manejo que hacen de los mismos. Por un lado, a través del consumo del agua, y por otro, la descarga de la misma con una calidad diferente a la que se adquirieron. Asimismo, el impacto se refleja sobre otros que habitan en la cuenca, como los agricultores de los municipios de Morelia, Tarímbaro, Álvaro obregón, Indaparapeo, Queréndaro, y otros; el escurrimiento de agua se origina del suroeste (Presa Cointzio y más arriba aún), hacia el noreste (Lago de Cuitzeo), así como el desecho de aguas residuales. Los peces y aves del lago también reciben parte de este problema, al que se le suma los desechos químicos de la agricultura.

De acuerdo al Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la CONAGUA, dirección local Morelia, los usos del agua son: 1) doméstico, y 2) público urbano, 3) agrícola y 4) pecuario, 5) acuícola, 6) industrial, 7) servicios y 8) múltiples, y 9) diferentes usos. Los concesionarios o asignatarios tienen un título en el cual se especifica lo siguiente: 1) aprovechamientos superficiales que ampara el título ($m^3/año$), 2) aprovechamientos subterráneos ($m^3/año$), 3) puntos de descarga ($m^3/día$), 4) zonas federales (en superficie se

zona federal m²). En la ilustración 15 ilustra el bloque de agua para cada municipio de la CLC (agua de primer uso), en la que Morelia concentra el mayor volumen, seguido de Zinapécuaro y Tarímbaro. Sin embargo, el registro contempla parcialmente el uso agrícola, no se encontró el bloque total de agua del Distrito de Riego 020, quizá por ser agua de reúso.

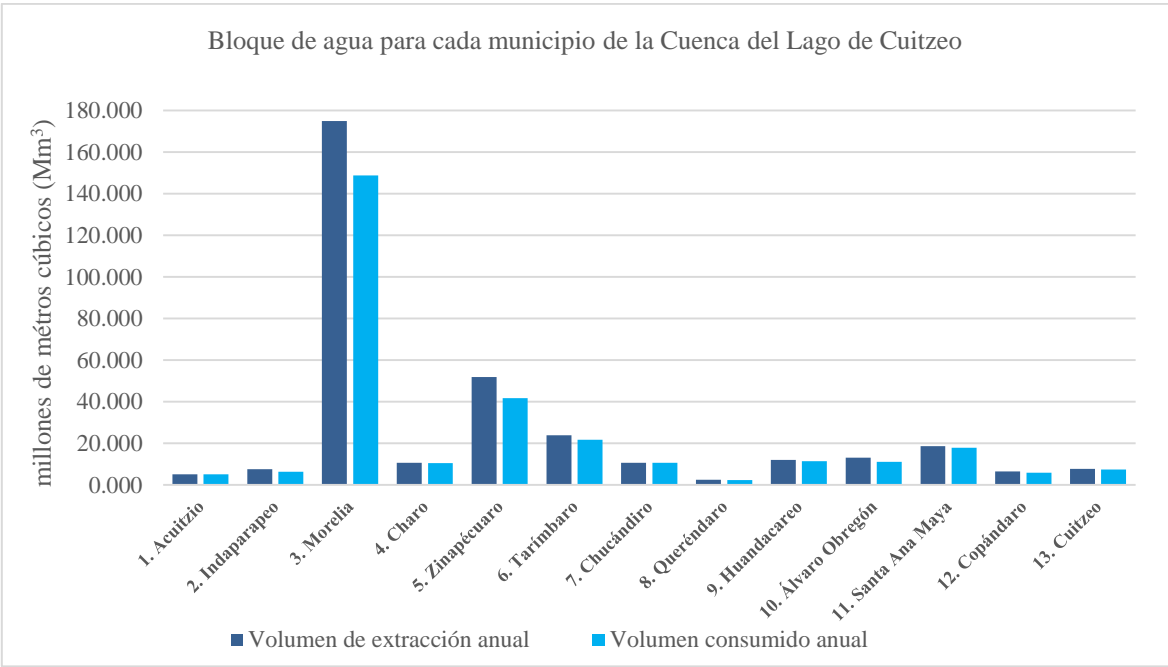


Ilustración 15. Consumo de agua en bloque para cada municipio de la Cuenca del lago de Cuitzeo. **Nota.** *Elaboración propia con referencia en la base de datos de la CONAGUA Dirección Local Morelia (última actualización: 30 de noviembre de 2018).*

Los millones de metros cúbicos registrados representan, por un lado, un suministro permanente en el tiempo para cada municipio. Por otro lado, este bloque de agua en conjunto también significa *generación de aguas residuales*, con diferentes grados de contaminación, debido al tipo de actividades socioeconómica; no es lo mismo un agua doméstica, que un agua industrial. Morelia es el principal centro generador de aguas negras, que supera por más del 100% al resto de municipios, tomando en cuenta estos números. Si sólo se consideran los municipios aguas arriba de la zona agrícola de estudio, es decir, Acuitzio, Morelia, Charo, Tarímbaro y Álvaro Obregón, de acuerdo a su concesión (volumen de extracción anual, visto como apropiación del agua) el registro de usuarios con derechos de agua de uso de divide conforme se expone en la ilustración siguiente.

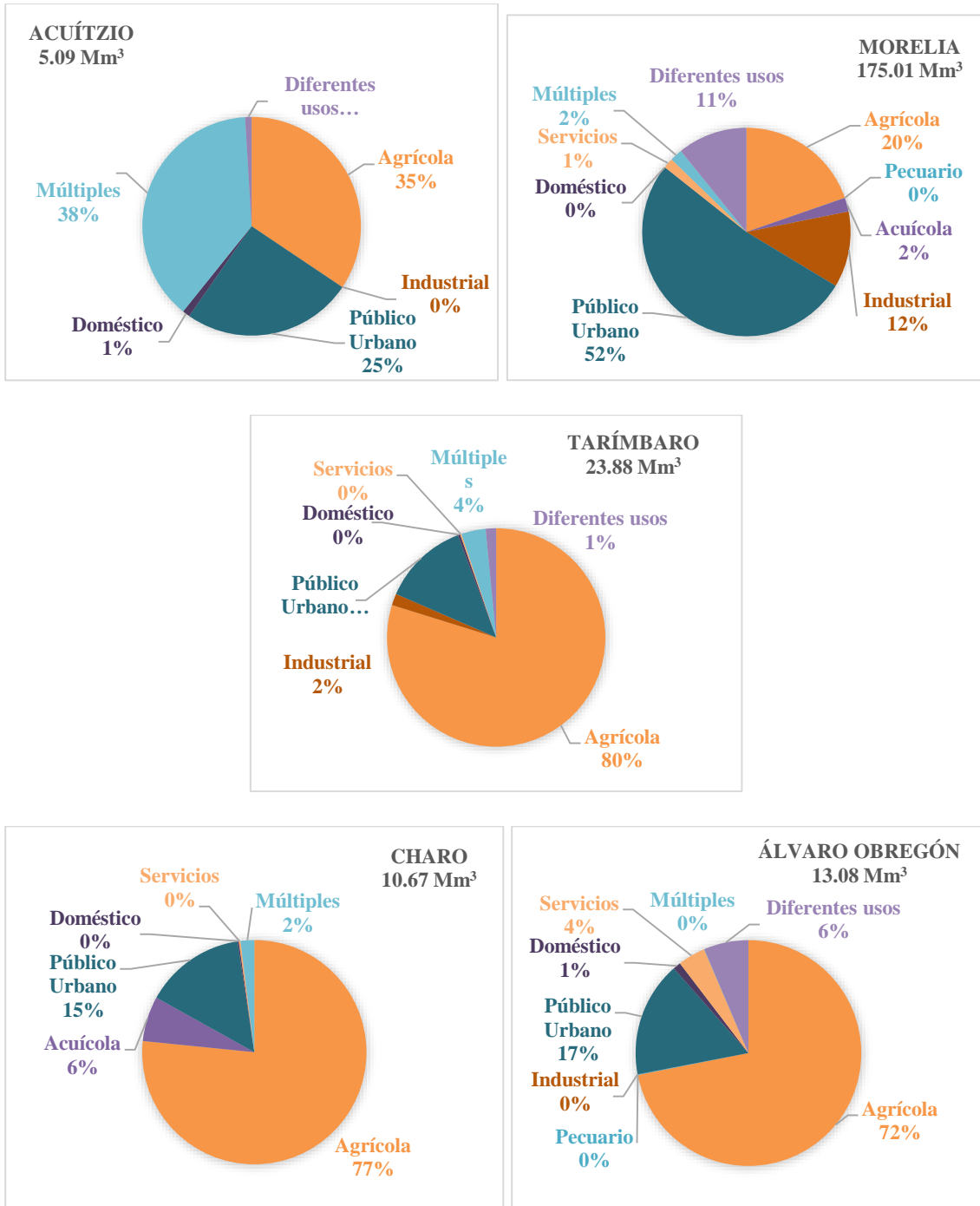


Ilustración 16. Usos del agua en los municipios aguas arriba o alrededor de la unidad de estudio en la Cuenca del Lago de Cuitzeo. *Nota.* Elaboración propia con base en datos de la CONAGUA Dirección Local Morelia (última actualización: 30 de noviembre de 2018).

Los municipios aledaños a Morelia mantienen el consumo del agua para lo agrícola; de hecho, los porcentajes presentados son mayores si se suma el bloque de agua de las asociaciones de usuarios agrícolas, como agua de reúso. Por su parte, Morelia es el principal municipio que ha experimentado un *cambio de uso de suelo* importante que limita el ciclo del agua. Esto significa que los asentamientos humanos y sus actividades, han transformado la dinámica del agua en términos de las funciones ecosistémicas; los escurrimiento y recarga al acuífero disminuyen por el concreto y la deforestación. No es sorpresa, ya que la política hídrica está inclinada hacia el crecimiento urbano e industrial.

4.1.2 Prioridades de uso del agua: la política que define la apropiación

La Ley de Aguas Nacionales marca prioridad en el uso del agua hacia lo doméstico y urbano (industrial). En las zonas urbanas como Morelia no sólo se asegura el agua, también son áreas de mayor control político, y donde las actividades económicas secundarias y terciarias se desarrollan ampliamente, sin que les falte el recurso agua, como el comercio y servicio como la banca. Mientras tanto, la periferia (incluso en la ciudad) que llevan a cabo las actividades agrícola, ganadera y pesquera son usos secundarios (sector primario), y eso se demuestra con la calidad del agua que se asigna; mientras lo urbano recibe agua limpia, el sector primario sólo tiene acceso a agua contaminada. Como bien se dice, el derecho de unos por encima de otros, es privilegio, ya que una población importante se dedica al campo como medio laboral.

La población más importante de la cuenca es Morelia ya que concentra las actividades institucionales, financieras, comerciales, turísticas y de servicios, y agrupa un número considerable de residentes ya que cuenta con los centros de educación media superior y superior, privados y de gobierno y muchas instancias gubernamentales por ser la capital del Estado (CONAGUA, 2011a).

Las preguntas en consecuencia ¿Por qué el sector primario (de subsistencia) no es prioridad para el Estado? y ¿Para quién(es) sirve realmente el agua en la CLC?

4.1.3 Los asignatarios y concesionarios

De acuerdo al marco legal vigente en materia hídrica, se encuentran dos figuras que representan los usos del agua en términos legales, que también se reconocen como dos modalidades de apropiación del agua. Por un lado, los asignatarios, que corresponde a los organismos públicos municipales dedicados a otorgar los servicios de agua potables,

alcantarillado y saneamiento. Por el otro, están los concesionarios que se refiere a diferentes actividades económicas y lucrativas que requiera del agua, como es la agricultura, industria, u otros usos de acuerdo a la vocación productiva en la cuenca. Cualquiera que sea el caso, tiene derechos y obligaciones para el aprovechamiento del agua. Resulta necesario señalar esta diferencia porque, en términos de la generación de agua residual, cada uno tiene responsabilidad y requiere de procedimientos particulares (PHU) para responder a su obligación de descarga de agua a algún cuerpo de agua; los asignatarios en general acceden a subsidio para ello, y el resto debe asumir por su cuenta esta tarea.

Por ejemplo, Morelia tiene asignado un bloque de agua en total de 175.01 Mm³, de los cuales el 52 % es de uso urbano, equivalente a 91.05 Mm³. Tan solo el asignatario Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOAPAS Morelia) tiene a su cargo un bloque de alrededor de 84.47 Mm³, de los cuales aproximadamente el 50% de las aguas residuales se tratan en dos plantas de tratamiento, una diseñada para 1200 L/s y otra para 210 L/s, en Atapaneo y en los Itzícuaros, respectivamente. En este caso, al ser un servicio público, se conoce sobre los avances en materia de saneamiento. Pero en el caso de los concesionarios, esto resulta más difícil; de la industria se sabe poco, y sus descargas suelen ser de alta toxicidad.

4.1.4 La Comisión de Cuenca del lago de Cuitzeo, órgano de gestión desde el Estado

Desde el enfoque de desarrollo territorial (Arocena, 1995), es importante reconocer los distintos roles de los actores, en este caso, por su condición como consumidores de agua y actores políticos en la cuenca, lo que corresponde a la gestión. Los actores clave son asignatarios, concesionarios, académicos, instituciones de gobierno, y otros; todo territorio contiene personajes que forman parte de la comunidad académica, del gobierno, de la sociedad civil, entre otros, y pueden contribuir en el desarrollo de dicho territorio. En materia hídrica, se encuentra la Comisión de Cuenca del Lago de Cuitzeo (CCLC), conformada el 18 de agosto de 2006,⁵⁶ la cual es una representación oficial, que no quiere decir que sea totalmente representativa de todos los actores de la cuenca. La comisión es uno de los tres *órganos*


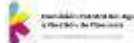

⁵⁶ Ley de Agua Nacionales, Artículo 3, Fracción XV señala: “órgano colegiado de integración mixta, que serán instancias de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría, entre la Comisión Nacional del Agua, incluyendo el Organismo de Cuenca que corresponda, y las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal, o municipal, y los representantes de los usuarios de agua y de las organizaciones de la sociedad, de la respectiva cuenca hidrológica o región hidrológica”.

auxiliares de la región Lerma Santiago Pacífico, junto con la Comisión de Cuenca del Lago de Pátzcuaro y la Comisión de Cuenca del Río Duero.⁵⁷ Los objetivos que declaran se citan textualmente:

- Promover el mejoramiento de la calidad del agua en la cuenca y propiciar su saneamiento;
- Promover el ordenamiento y regulación de los usos del agua;
- Mejorar la eficiencia en los usos actuales del agua;
- Promover el manejo y gestión integral de la cuenca y la preservación de sus recursos naturales;
- Participar en la solución de conflictos asociados a la competencia entre usuarios del agua y sus bienes inherentes en la cuenca (CCLC, 2015).



La CCLC se reúne eventualmente para tratar los objetivos citados. Las reuniones se convocan por la CONAGUA, a partir de la cual se crea este órgano que intenta promover la *participación* de los principales actores, que son representantes de las diferentes modalidades de apropiación del agua en la cuenca (usos del agua), así también las instituciones gubernamentales, académicos y ONG. En la Tabla 19 se enlistan los actores y su objetivo, hasta antes del cambio de administración federal 2018-2024.

Tabla 19. Actores del Consejo de Cuenca del Lago de Cuitzeo. Distintos niveles de gestión del agua.

Actores de la CCLC	Objetivo u observaciones
Actores gubernamentales	
Comisión Nacional del Agua Dirección Local Morelia 	“Fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola; fomentar ampliación de la cobertura y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento; lograr manejo integral y sustentable del agua en cuencas y acuíferos; promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico; y prevenir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías” (www.conagua.gob.mx)
Coordinación General de la CEAC (Estatad) 	Entre algunas de sus atribuciones está “Coordinarse con la CNA para la creación y operación del Sistema Integral de Información de Usuarios de Aguas Nacionales, usos y disponibilidad de líquido en las cuencas hidrológicas del Estado; Fijar las estrategias, objetivos, programas y normas que conlleven a la eficiencia, eficacia y óptimo aprovechamiento del agua, su distribución y uso en el Estado; entre otras” (www.ceac.michoacan.gob.mx).
SEMARNAT Delegación Morelia 	“Fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable; etc.” (www.gob.mx/semarnat).

⁵⁷ En Michoacán existen tres consejos de cuenca regionales: el Consejo de cuenca del río Balsas, el Consejo de la Cuenca Lerma Chapala Pacífico y el Consejo de Cuenca Costas Pacífico Centro, de los que se desprenden 7 órganos auxiliares.

	<p>“Contribuir a incrementar la producción y productividad de las Unidades Económicas rurales agrícolas mediante incentivos para: la integración de cadenas productivas, desarrollo de agro clúster; inversión en capital físico, humano y tecnológico, reconversión productiva, agro insumos, manejo post cosecha, uso eficiente de la energía y uso sustentable de los recursos” (www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/michoacan/paginas/default.aspx).</p>
	<p>Impulsar el sector agropecuario (www.sedru.michoacan.gob.mx)</p>
<p>IMPLAN (Instituto Municipal de Planeación Morelia)</p> 	<p>Órgano especializado en la planeación integral del Municipio de Morelia.</p>
<p>CONAFOR - COFOM</p> 	<p>“Misión: promover e impulsar el desarrollo forestal sustentable mediante acciones de políticas públicas y ejecución de programas orientados a elevar la protección, producción y productividad. Y así contribuir al crecimiento económico y desarrollo social”.</p>
<p>COMPESCA</p> 	<p>“Formular y proponer políticas y lineamientos internos que faciliten el proceso de planeación sectorial, así como elevar el cumplimiento de los principales programas y proyectos de la COMPESCA a fin de desarrollar, eficientizar y fortalecer las capacidades institucionales” (www.compesca.michoacan.gob.mx)</p>
<p>SUMA (Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente).</p>	<p>Secretaria encargada de promover lo referente al ambiente en el municipio (www.suma.michoacan.gob.mx).</p>
<p>Ayuntamientos de los Trece Municipios de la Cuenca</p>	<p>Organizaciones que se encargan de la administración local de un pueblo o ciudad, que promueven actividades de interés común. Ver Tabla 1.</p>
<p>Usuarios del agua</p>	
<p>Uso Acuícola</p>	<p>Sector conformado por los municipios de Charo con tres organizaciones; Queréndaro con una; y Zinapécuaro con 9 organizaciones. Todas con uso superficial del agua.</p>
<p>Uso en Servicios</p>	<p>Alrededor de 16 negocios prestan servicios de balnearios, parques y hotel. Entre ellos, Parque acuático “Reino Atzimba”, Centro turístico “Vista Bella, entre otros.</p>
<p>Uso Público Urbano</p>	<p>Uso público de servicios de agua potable. Se encuentran los municipios de Acuitzio con 9 juntas locales y 4 comités de agua potable; Álvaro Obregón; Copándaro; Cuitzeo y la junta de Agua de San Agustín del Pulque; Charo con 28 juntas locales; Chucándiro con 9 comités de agua potable; Huandacareo, Huiramba, Indaparapeo con 11 comités; Morelia, Morelos; Queréndaro; Santa Ana Maya con 10 comités; Tarímbaro; Zinapécuaro.</p>
<p>Uso industrial</p>	<p>Zona Industrial de Morelia y Periferia.</p>
<p>Uso Agrícola Módulos de Riego (DR020)</p>	<p>El Distrito de Riego se integra por seis módulos de riego, de los cuales sólo los módulos II, III, IV y V son parte del CCLC: Asociación De Usuarios Del Rio Grande De Morelia A.C., <i>Asociación De Agricultores Del Valle De Álvaro Obregón-Tarímbaro A.C.</i>, Asociación De Usuarios Del Canal Zacapendo A.C., y Asociación De Usuarios De La Presa Malpaís A.C., respectivamente.</p>
<p>Uso Pecuario</p>	<p>Ganadería de la región en municipios como Tarímbaro, Álvaro Obregón, Morelia, Huandacareo, Queréndaro, entre otros.</p>
<p>Organizaciones civiles y académicas</p>	

Uso Pesquero	Alrededor de 31 organizaciones integran este sector en los municipios de Álvaro Obregón con 7 organizaciones, entre ellas U de P. La Presa, U. De P. Felipe Carrillo Puerto; Cuitzeo con 10 organizaciones, entre las cuales están U. de P. Cerritos y U. de P. San Lorenzo; Huandacareo; Santa Ana Maya con 5 organizaciones; y Zinapécuaro con 8 organizaciones.
UMSNH y UNAM 	De la institución participan las facultades de Biología, Ingeniería Civil, Hidráulica, el INIRENA. También existen otras instituciones o centros de investigación como el Instituto Tecnológico Agropecuario, el Instituto Tecnológico de Morelia, en INIFAP Campo Morelia, el CIDEM, el Politécnico Unidad Morelia, la UNAM, ENES.
Ducks Unlimited de México 	Asociación sin fines de lucro, dedicada a la conservación de los humedales en beneficio de las aves acuáticas (www.dumac.org). Además de éste organización, participan alrededor de 18 asociaciones civiles que traten temas ambientales como Michoacanos en Acción, A.C., Red de Educadores Ambientales A.C., etc.

Nota. Elaboración propia con base en (CCLC, 2015) e Información directa en la oficina de operación del CCLC en 2016.

La estructura en términos de gestión del CCLC se integran de la siguiente manera (CCLC, 2016):

Primer Nivel (Gobierno Estatal y Federal):

1. Coordinador. Representante del Gobierno del Estado, es decir la CEAC (“voz y voto de calidad”).
2. Secretario Técnico. Director Técnico de la Dirección Local CONAGUA (“Voz y voto”).

Segundo Nivel (Gobierno Municipal, Usos del Agua en la Cuenca):

3. Vocales Gubernamentales. Trece municipios (13 votos).
4. Vocales de Usuarios. Uso agrícola (4 votos), Público urbano (3 votos), Acuícola, Pecuario, Servicios, Industrial (11 votos en Total).
5. SEMARNACC, COFOM, COMPESCA (3 votos).
6. Sociedad Organizada. Sector ambiental, organización de pescadores, asociación de regidores (3 votos).

Tercer Nivel (Grupos Técnicos de Trabajo):

7. Asamblea de *Representantes de Usuarios*.
8. *Gerencia Operativa* (Da seguimiento a la operación de acuerdos).
9. Grupos Técnicos de Trabajo.
10. Invitados (Únicamente voz).

Estos niveles muestran la estructura *oficial* de representantes (estructura vertical) que se les ha delegado poder de decisión, suponiendo que es respaldado por una mayoría, lo cual deberá garantizar en la medida de lo posible la solución de las demandas particulares de las

organizaciones. A nivel cuenca, es una *gestión* de mayor convocatoria, y compleja por la interacción de diversos actores e intereses particulares que pueden coincidir en algunos planteamientos, o ser motivo de conflicto. El documento rector de la comisión se denomina “Plan de Gestión Integral de los Recursos Naturales de la Cuenca del Lago de Cuitzeo” basado en la *Gestión Integrada de Recursos Hídrico* (CONAGUA y CEAC, 2009).

La cuenca es la unidad de organización para la gestión del agua, donde participan algunos actores que buscan resolver los problemas en torno al agua. El CCLC es un intento por incentivar la participación de las instituciones y usuarios, no obstante, de impacto limitado, porque se establecen proyectos desde arriba, y los participantes solo votan esas propuestas. Además, la cuenca como primer contexto es importante por haber una relación entre la cuenca alta, y la cuenca media y baja donde se ubican los agricultores, por el hecho de que se desechan residuos de la industria, el comercio, los servicios, el consumo doméstico, principalmente.

En resumen, la CLC es un territorio constituido por relaciones socioambientales, entre los habitantes y los recursos hídricos disponibles. El resultado de esta relación se puede comprender a través del acercamiento a los diferentes usos del agua en lo urbano y rural, así como del intercambio de trabajo, tanto al interior de la cuenca como del flujo que ocurre hacia otras cuencas. Esto permite definirla no sólo a partir de los escurrimientos dentro de la cuenca, sino también a partir del estilo de desarrollo en lo local y lo global, y también de la relación con las aguas subterráneas y la atmósfera.

4.2 La gran irrigación con aguas negras en el Valle Morelia – Queréndaro

La agricultura es una de las principales actividades socioeconómicas en la CLC. Al construirse la Presa de Cointzio en los años treinta, también se abrieron grandes canales de riego en la parte baja de la cuenca. Hoy día, la gran irrigación se organiza desde el Distrito de Riego 020 (DR020), de la Comisión Nacional de Agua. El DR020 se creó en un acuerdo presidencial el 3 de mayo de 1938,⁵⁸ y para el 1 de agosto de 1940 el distrito integra al Plan de San Bartolo,

⁵⁸ De acuerdo a información proporcionada por el DR020, CONAGUA, Dirección Local Morelia, en Michoacán se encuentran 8 Distritos de Riego: DR-020 Morelia-Queréndaro, DR-024 Ciénega de Chapala, DR-045 Tuxpan, DR-061 Zamora, DR-087 Rosario-Mezquite, DR-097 Lázaro Cárdenas, DR-098 José María Morelos, y DR-099 La Magdalena. El estado tiene una superficie de riego de 500,554 has, de las cuales 275,754 ha son manejadas por 47,803 usuarios distribuidos en los 8 distritos de riego, supervisados por la Dirección Local Michoacán de la CONAGUA. Son 6,276 has del módulo de riego de Coahuayana supervisado por el Distrito de Riego 053 Estado

ahora llamado Álvaro obregón, y el Valle Queréndaro. Inicialmente se contaba con 5,464 usuarios y una extensión total de 21,596.4 hectáreas, de las cuales sólo 19,647 hectáreas es la superficie efectiva de riego.

El DR020 está integrado por seis módulos de riego que están comprendidos desde el Cañón de Cointzio hasta colindar con el Lago de Cuitzeo. El Módulo I se ubica en la Tenencia Morelos, Morelia; el Módulo II en Charo; el Módulo III pertenece a Álvaro Obregón y Tarímbaro; el Módulo IV está en Zinapécuaro; el Módulo V se ubica en Queréndaro, Zinapécuaro y San Lucas; y el Módulo VI se encuentra en alrededores de Tzurumútaro, hacia la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. En la Ilustración 17, se presenta la ubicación de cada uno en la CLC.

de Colima; 4,658 has correspondientes al módulo de riego Sureste de Michoacán ubicado en el municipio de San Lucas, supervisado por el Distrito de Riego 057, Amuco-Cutzamala del Estado de Guerrero. Las restantes 224,800 has están comprendidas en más de 2,360 unidades de riego (Urderales) que se benefician mediante pequeñas presas, derivaciones, plantas de bombeo, pozos profundos y manantiales, de estos últimos Michoacán ocupa el primer lugar nacional para riego proveniente de manantiales. De manera general en los últimos 5 años la superficie regable en Distritos de Riego es de 275,754 ha, con un volumen concesionado de 2,471.36 hm³ y superficie regada de 195,279 has con un volumen utilizado promedio de 1,960.16 hm³. La superficie cosechada es de 188,061 has de la cual se obtuvo una producción promedio de los 5 años de 23,045,852 toneladas con un valor de la producción de \$7,211,548.80 (siete millones doscientos once mil quinientos cuarenta y ocho).

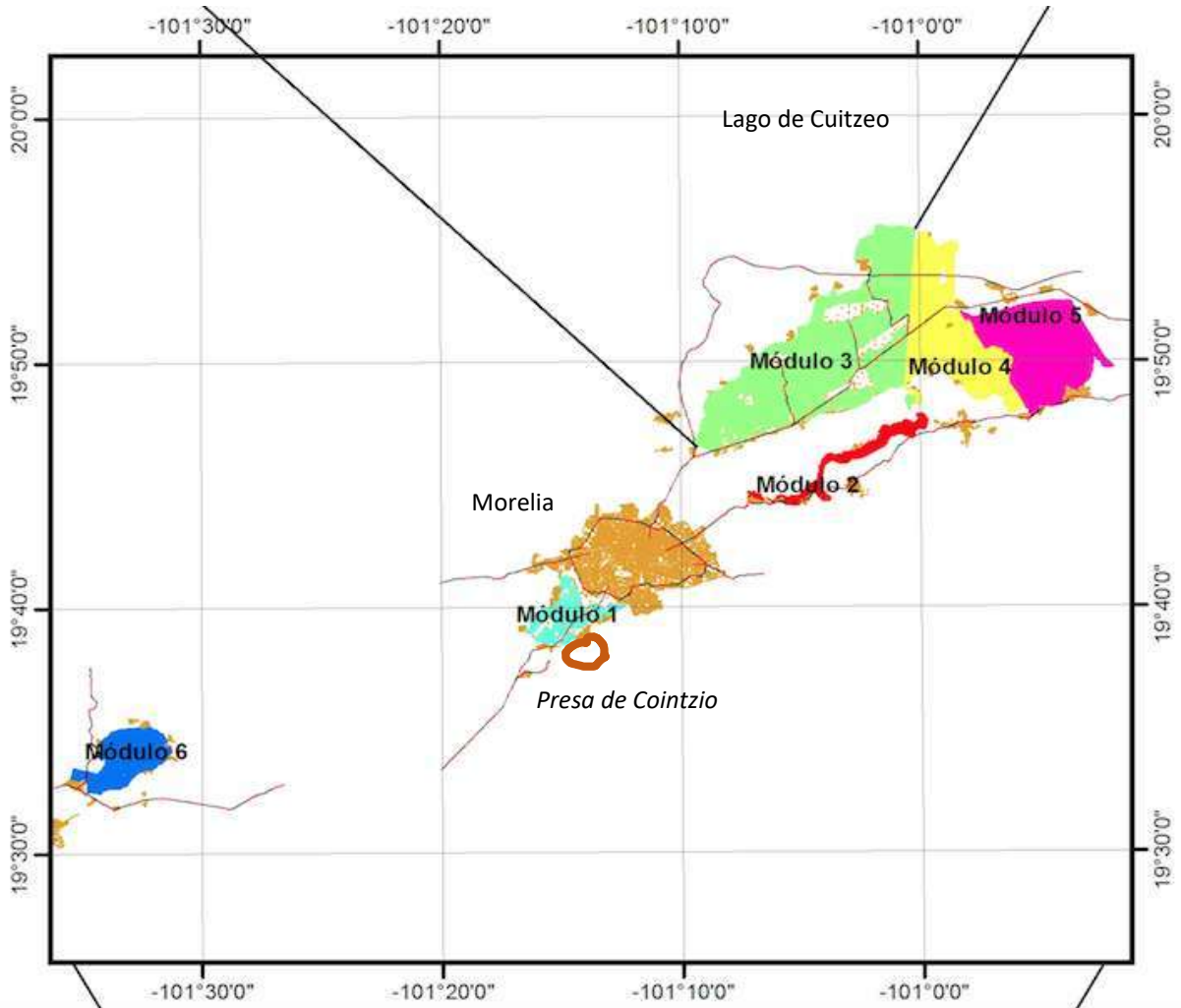


Ilustración 17. Distribución de los Módulos de Riego en la CLC y Coordenadas Geográficas. *Nota.* DR020, CONAGUA, Dirección Local Morelia.

En la tabla 20 se muestran algunos detalles generales: la superficie, cultivos, rendimientos, fuentes de agua, y volumen de agua en millones de metros cúbicos como volumen concesionado, no necesariamente constante en el consumo. Se puede observar que la demanda de agua más alta la tiene el módulo III, seguido de los módulos V, IV, I, II y VI, demanda que está directamente relacionada a la superficie de tierra para cultivos. Además, se observa que los cultivos son principalmente granos y forrajes, y es que el Distrito de Riego 020 ha prohibido la siembra de cultivos como hortalizas debido a la calidad del agua superficial; en el caso del último módulo se presume que no ocurre este fenómeno, aunque recientemente ya se han escuchado el riesgo de perder la calidad de su fuente de agua

Tabla 20. Demanda de agua en el Distrito de Riego Morelia-Queréndaro.

Módulo	Usuarios (familias)	Superficie (Hectáreas)	Cultivos	Rendimiento por cultivo (aproximado)	Fuente de Agua	Volumen concesionado (promedio anual)
I	402	1,393.97	Avena Pastos Maíz Sorgo	8 ton/ha 12 ton/ha 7 ton/ha 7 ton/ha	Presa Cointzio	69.70 Mm ³
II	400	1,138.76	Avena Maíz Sorgo	8 ton/ha 7.5 ton/ha 7.5 ton/ha	Presa Cointzio (37%) Río Grande (63%)	42.90 Mm ³
III	2393*	8,497.99	Avena Alfalfa Maíz Sorgo trigo garbanzo Hortalizas*	12 ton/ha 45 ton/ha 10 ton/ha 10 ton/ha 5 ton/ha 2.5 ton/ha	Presa Cointzio (37%) Río Grande (63%)	47.650 Mm ³
IV	930	3,461.21	Avena Alfalfa Maíz Sorgo trigo garbanzo Frijol	12 ton/ha 45 ton/ha 10 ton/ha 10 ton/ha 5 ton/ha 2.5 ton/ha 2.1 ton/ha	Presa Cointzio (37%) Río Grande (63%) Presa Malpaís	19.740 Mm ³
V	1991	4,836	Avena Alfalfa Maíz Sorgo trigo garbanzo frijol Chile	11 ton/ha 45 ton/ha 10 ton/ha 10 ton/ha 5 ton/ha 2.5 ton/ha 2.1 ton/ha 40 ton/ha	Presa el Malpaís	20,430 Mm ³
VI		1,019	Avena Maíz Alfalfa	8 ton/ha 6 ton/ha 30 ton/ha	Manantial Chapultepec	3,180 Mm ³

Nota. Datos proporcionados por el DR 020, CONAGUA, Dirección Local Morelia en 2017. *superior a ese dato, que representa familias.

El DR020 considera que la falta de tecnificación propicia serios problemas para la apropiación del agua, ya que se tiene una eficiencia de riego del 65%. El 18% de la superficie de riego cuenta con técnicas de ahorro de agua como es el caso de San Pedro de los Sauces en Tarímbaro, y últimamente Chehuayo. Esto ocurre a pesar de que existen programas federales con apoyo de hasta de un 50% para maquinaria, tecnificación y modernización. Otro aspecto es que las cuotas por el servicio de riego son bajas, que varían desde \$50 a \$250 por hectárea de unos distritos a otros, lo cual imposibilita a las unidades agrícolas puedan sostener sus labores de conservación y mantenimiento, acceder a asesoría técnica, o participar en los programas de apoyo a la transferencia.

No obstante, la situación de los productores en general es de crisis económica por lo que es difícil transitar a sistemas tecnificados o incrementar sus cuotas. Algunos argumentos generales:

- El campo está triste;
- El agua es como aceite;
- No tenemos para pagar el agua, y tenemos que pagarla sucia;
- Se nos revientan las manos por el contacto con el agua sucia;
- Antes nos llegaba agua charandosa, pero era un agua buena para sembrar más cosas;
- Nos orillan a vender la parcela porque ya no sale dinero para comer de la tierra;
- Las ciudades nos quieren echar para afuera y a veces hay problemas con los vecinos;
- No se tiene suficiente agua, midan su agüita;
- No le creemos a ningún gobierno ni sus apoyos;
- No necesitábamos químicos para la tierra, ella solita podía crecer sin ayuda de esas cosas, y ahora la tierra se ha vuelto poco productiva, y no nos alcanza, las deudas del diésel pa' la máquina y los granos nos está afectando mucho.

En general, los agricultores que están adscritos al DR020 atraviesan una crisis debido, en parte, a que los tomadores de decisiones en la CLC no tienen claro el problema ambiental; se piensa que es un asunto técnico y de inversión. A pesar de que ya existe infraestructura de saneamiento en la CLC, no se muestra ninguna mejora, y la pregunta es ¿Por qué la infraestructura no ha contribuido a la recuperación de la calidad del agua del Río Grande de Morelia y Lago de Cuitzeo?

4.2.1 Los agricultores de Tarímbaro y Álvaro Obregón adscritos al MRHII

De acuerdo a datos del INEGI de 2017, los municipios de Tarímbaro y Álvaro Obregón tienen una población de 105,400 y 21,651 habitantes respectivamente, con una mayor población de hombres en ambos casos por arriba del 50%. Ambos tienen características de *lo rural*, principalmente el segundo, así como las comunidades aledañas de la cabecera municipal. A pesar de que cuentan con servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado, pavimentación y casas de concreto, y otros indicadores como la energía eléctrica, la vocación en general de sus habitantes es la actividad agrícola y ganadera (en menor medida).



Ilustración 18. Polígonos de los Municipios de Tarímbaro y Álvaro Obregón en la CLC. **Nota.** INEGI

Los principales indicadores de desarrollo humano que reporta INEGI (tabla 21) muestran un nivel de avance en vivienda, luz y acceso a agua potable para el consumo doméstico. Se indica que hay 29,052 y 5504 viviendas de Tarímbaro y Álvaro Obregón, respectivamente, mismas que consumen agua y generan residuos a través de la red de alcantarillado. Esto implica el desecho de agua doméstica residual que será usada por otros habitantes que trabajan en el campo. A esta excreción se le suman los desechos de las 215,404 viviendas de la cuenca alta en Morelia, entre otras construcciones industriales, de servicios y comercios.

Tabla 21. Principales indicadores de desarrollo humano y de uso y manejo del agua.

<i>Municipio (Michoacán)</i>	<i>Morelia (comparativo)</i>	<i>Tarímbaro</i>	<i>Álvaro Obregón</i>
Habitantes	784,776	105,400	21,651
Mujeres	412,418	23,170	4,653
Hombres	372,358	82,230	16,998
Principales indicadores de desarrollo humano			
índice de agua entubada a/	0.9671	0.9870	0.9916
índice de drenaje b/	0.9763	0.9708	0.9732
índice de electricidad c/	0.9981	0.9966	0.9977
índice de desarrollo humano con servicios d/	0.9016	0.9102	0.8867
índice de esperanza de vida general e/	0.7878	0.8274	0.7945
índice de esperanza de vida hombres	0.7396	0.8000	0.7713
índice de esperanza de vida mujeres	0.8313	0.8486	0.8157
índice educativo general	0.9365	0.9183	0.8781
índice educativo de hombre	0.9370	0.9168	0.8819
índice educativo mujeres	0.9363	0.9200	0.8750
Vivienda			
Viviendas particulares habitadas y sus ocupantes			
Viviendas particulares habitadas a/	215,405	29,052	5,404
Ocupantes b/	784,755	105,370	21,651
Clase de vivienda	casa 95.07	Casa 99.35	Casa 98.45
<i>Disponibilidad de Agua</i>			
Entubada	96.71	98.70	99.16
Pozo	8.72	25.30	61.63
Pipa	70.51	30.32	0
<i>Drenaje</i>			
Red pública de alcantarillado	97.63	97.08	85.23

Nota. Elaboración propia con base en (INEGI, Gobierno del Edo. de Michoacán, 2017).

Al excretarse agua residual doméstica e industrial sobre los cuerpos de agua, el MRIII solo puede sembrar granos y forrajes por motivos de inocuidad. La siembra de los cultivos permitidos se lleva a cabo en dos momentos durante un ciclo agrícola. En el primer subciclo *otoño-invierno*, a partir del mes de octubre, se puede sembrar alfalfa, garbanzo, trigo, avena, cebada, janamargo, lenteja y cártamo. En el segundo subciclo *primavera-verano*, que inicia en marzo, se cultiva alfalfa, maíz, sorgo, frijol y chile; en algunas comunidades con pozos profundos (Tarímbaro principalmente) se puede sembrar hortalizas como jitomate, cebolla, coliflor y repollo.

Esta condición aplica para todos los agricultores que se sirven del riego de agua superficial, a través de los canales de riego a cargo del MRIII. La Asociación de Agricultores del Valle de Álvaro Obregón-Tarímbaro A.C. opera en la cuenca media baja del Lago de Cuitzeo, para las cuales se ha permitido el manejo de 46 Mm³ de agua por ciclo agrícola, o poco menos dependiendo de la precipitación anual, sin contar agua de pozos (12.45 Mm³). El MRIII se

divide en 20 ejidos en Tarímbaro y 23 ejidos en Álvaro Obregón (ver tabla 22), ambos representan el 77% de los propietarios, y el 23% restante de pequeños propietarios.

Tabla 22. Ejidos del Módulo de Riego III y modalidades de riego.

<i>Tarímbaro</i>				<i>Álvaro Obregón</i>			
<i>Ejidos</i>	<i>Agua Rodada</i>	<i>Agua de Pozo</i>	<i>Temporal</i>	<i>Ejidos</i>	<i>Agua Rodada</i>	<i>Agua de Pozo</i>	<i>Temporal</i>
<i>Arindeo y Jamaica</i>	X	x*	X	<i>Álvaro Obregón</i>	X	X	X
<i>Calabozo</i>		X	X	<i>Ancihuacaro</i>	X		X
<i>Cañada la Magdalena</i>	X		X	<i>Amp. La Presa</i>			
<i>Cotzio</i>		X	X	<i>Carrillo Puerto</i>	X		X
<i>Cuitzillo Chico</i>	X		X	<i>Cehuayo</i>	X	X	X
<i>Cuitzillo Grande</i>		X	X	<i>Corrales</i>		X	X
<i>Cuparátaro</i>	X		X	<i>El Calvario</i>	X		X
<i>Cuto Del Porvenir</i>	X	x*	X	<i>El Paraíso</i>	X		X
<i>El Zapote</i>	X	X	X	<i>El Venado</i>	X	X*	X
<i>Jesús del Monte</i>		x	X	<i>Emiliano Zapata</i>	X	X*	X
<i>La Noria</i>		X	X	<i>Grupo Cuparátaro</i>	X		X
<i>La Palma</i>	X		X	<i>La Presa</i>	X		X
<i>Lometón</i>		X	X	<i>La Purísima</i>	X	X	X
<i>San Miguel Tarímbaro</i>	x	X	X	<i>León Cárdenas</i>	X		X
<i>San Pedro de los Sauces</i>		X	X	<i>La Cal. Carrillo Puerto</i>			X
<i>Santa Ana del Arco</i>		X	X	<i>Mezquite Verde</i>		X	X
<i>Santa Cruz</i>	x	X	X	<i>Palo Blanco</i>	X	x*	X
<i>*Téjaro de los Izquierdo</i>		X	X	<i>Plan de Ayala</i>		X	X
<i>*Téjaro de los Martínez</i>		X	X	<i>Potrero Verde</i>	X	X	X
<i>Uruétaro</i>		X	X	<i>San Agustín del Pulque</i>	X		X
				<i>Singuío</i>	X		X
				<i>Tzintzimeo</i>	X		X
				<i>Villa Unión</i>	X		X
Total	9	11	20		18	4	23
<i>Mixto</i>	3				3		
		* 2 no activos				* 3 no activos	

Nota. Elaboración propia con base en las visitas de campo y padrón de usuarios del MRIII.

En la ilustración 19 se muestra el polígono del MRIII, así como las coordenadas geográficas; se puede observar los flujos de agua con líneas azules claro, la red de drenaje en rojo, la red de conducción en azul oscuro, el área de asentamientos humanos en color amarillo, y la división de parcelas con cuadrículas en color gris. Aproximadamente, entre los $19^{\circ}48'0''$ y $-101^{\circ}0'0''$ se ubica la derivadora de Quirio, punto en el cual el agua de Río Grande de Morelia se desvía hacia el canal principal de riego. La red de distribución a cargo de los agricultores tiene una longitud de 197.7 km, de los cuales 121.6 km son canales y 76.10 km son drenes (Ver ilustraciones 20 y 21); la red de distribución de agua es fundamental para la apropiación del agua, de otro modo no podrían realizar los riegos. Entre ellos, el Canal Joconoles y el Río viejo de Morelia, son los principales conductores, a los cuales se conectan a otros de menor longitud, formando la gran red de distribución de agua.

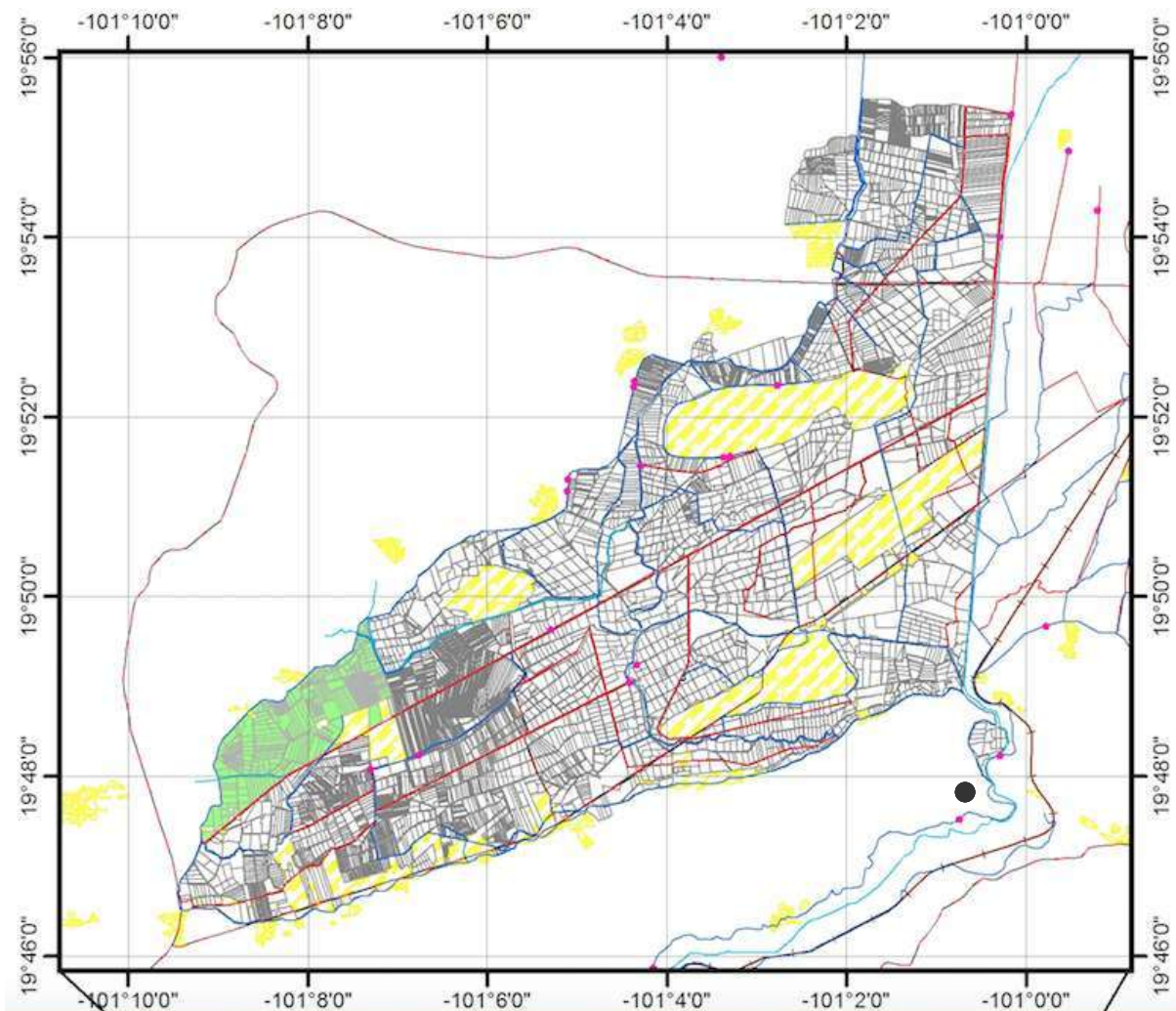


Ilustración 19. Polígono del MR-III, Parcelas y Principales Canales de Agua y Drenaje. *Nota.* DR020, CONAGUA, Dirección Local Morelia.

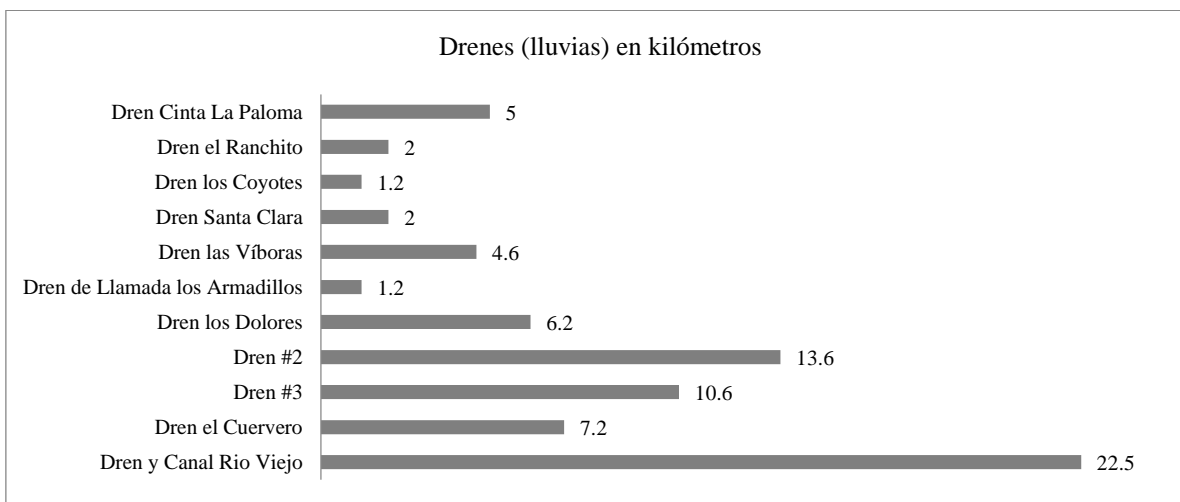


Ilustración 20. 76.10 km de drenes de riego. *Nota.* Elaboración propia con base en información del MR-III.

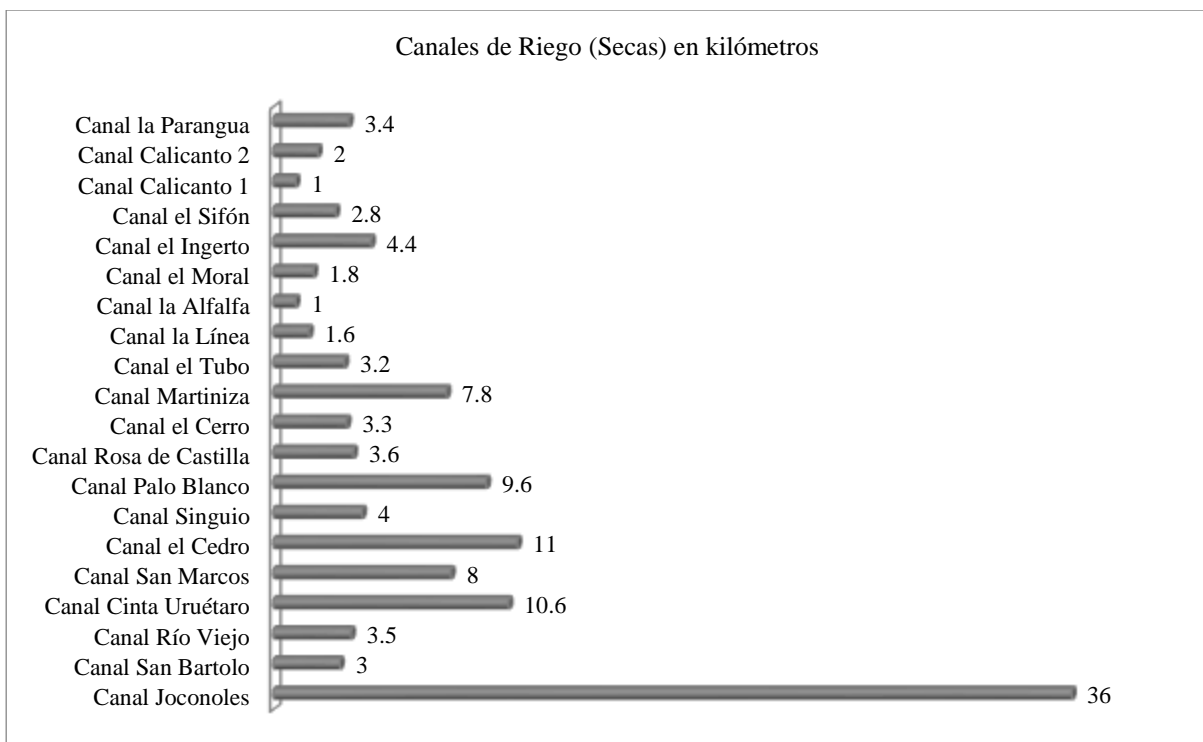


Ilustración 21. 121.6 km Canales de riego. **Nota.** *Elaboración propia con base en información del MRHII.*

Por otro lado, en el Artículo 2 de los *estatutos* de la organización de agricultores se definen las tareas que habrá de realizar, sin embargo, son reglas que no surgieron de los propios agricultores, ya que fueron emitidos por la Comisión Nacional del Agua en el proceso de la transferencia, con la intención de mantener reglas para el uso de la infraestructura concesionada.

- I. Asumir la operación, conservación y administración de las obras de infraestructura hidráulica ubicadas en las secciones (...) del Distrito de Riego 020 (...) mismas que será concesionadas por la Comisión Nacional de Agua,
- II. Efectuar acciones tendientes a lograr el óptimo aprovechamiento de los recursos físicos, humanos y económicos de la asociación,
- III. Pugnar por el incremento de la productividad y la producción agrícola del módulo y en general por su desarrollo,
- IV. Realizar estudios para ejecutar obras de mejoramiento de la infraestructura concesionada,
- V. Recibir, operar y conservar la maquinaria y equipo que le concesione la Comisión Nacional de Agua,
- VI. Participar con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y con la Comisión Nacional de Agua, en la realización de programas de investigación y desarrollo tecnológico,
- VII. En general participar en toda actividad que fortalezca a la organización y beneficie a los usuarios integrantes de esta asociación, sin que ello medie afán de lucro o especulación

(Estatutos de la Asociación de Usuarios del Valle Tarímbaro-Álvaro Obregón A.C., 1994).

En esta línea, se definieron servicios para la administración de la infraestructura hidroagrícola, y la vigilancia de los trabajos en general. Para ello se constituye el Consejo Directivo que integra a un *presidente, tesorero, secretario técnico, y secretario administrativo*. Para la revisión de estos cargos y resultados existe un Consejo de Vigilancia en el cual participan dos agricultores, uno de ejidal y otro de pequeña propiedad. Además, hay una Asamblea de Delegados que es la máxima autoridad de representación y toma de decisiones; hombres (100%) representan a sus comunidades. Durante un ciclo agrícola, el Consejo Directivo llama a asambleas para reportar el avance de los trabajos, y los delegados aprobarán, o no, los reportes emitidos por los administrativos y de vigilancia (Ver ilustración 22).

El trabajo en el MRIII se divide en dos niveles. El primero es el que se realiza en el administración, vigilancia y representatividad como delegado, y el segundo es el que cada productor miembro del módulo lleva a cabo en su parcela. La labor del primer nivel como organización, implica un gasto que asume la comunidad de agricultores, por ese motivo se puede decir que este trabajo es una extensión del segundo tipo de trabajo; es decir, el productor paga el trabajo a otros para garantizar que el agua llegue lo más cerca de la parcela, y de ahí, el agricultor contribuirá con su esfuerzo y medios para completar la conducción del agua.

La razón por la cual la organización de agricultores tiene la gran responsabilidad de administrar el agua en bloque, es parte de un proceso de segundo nivel o *determinante* del sistema (García, 2006). Esta responsabilidad la llevaba el *Estado*, pero hoy se realiza por los agricultores, con muchos problemas a causa del recorte de presupuesto, debilidades de conocimiento en administración, falta de asesoría, factores ambientales y otros aspectos. Por ello, cabe el espacio para describir acerca de este tema, ya que significa un parteaguas histórico central para entender cómo se comporta la unidad de estudio.

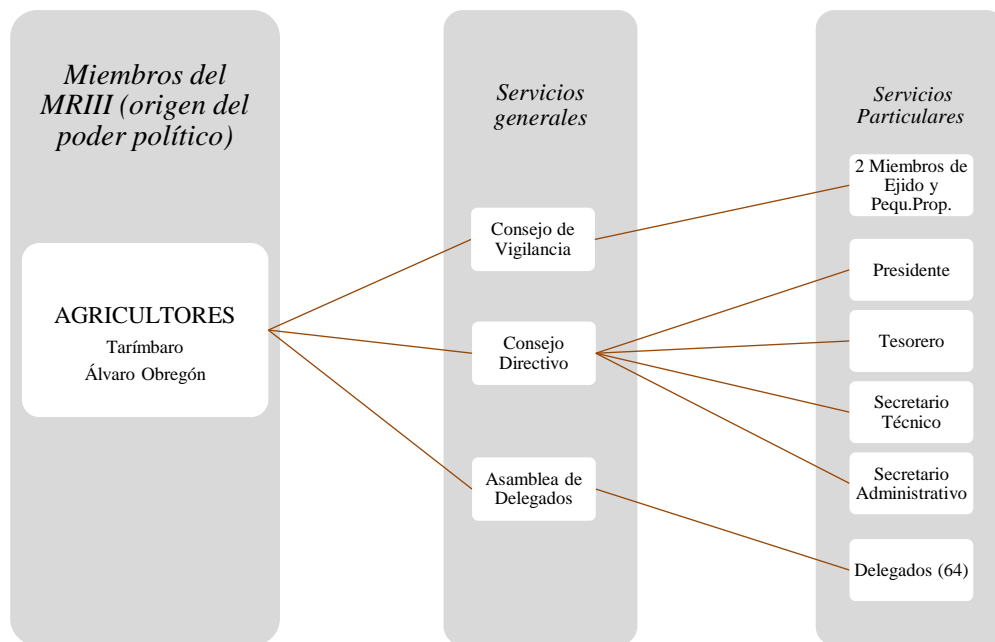


Ilustración 22. Organización formal del Módulo de Riego III. **Nota.** *Elaboración propia con base en los estatutos del MR III.*
*Estructura horizontal, aunque también opera de manera vertical.

4.3 La descentralización de la gestión del agua en México

Al concluir el mandato presidencial de Miguel de la Madrid Hurtado en noviembre de 1988, se entrega el poder del Ejecutivo a Carlos Salinas de Gortari, quien haría cambios para México en materia hídrica y otras áreas del Estado Mexicano. Por ejemplo, se aprueba el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1993, que entra en vigor en 1994 del siguiente mandato presidencial con Ernesto Zedillo. Con este antecedente, el gobierno Salinista promueve políticas neoliberales que consistían en el impulso de un intercambio comercial con otros países, mayor inversión privada y la modernización del país.

En este contexto histórico van ocurriendo transformaciones institucionales y de normas respecto a la política hídrica. De acuerdo a Martínez (2006) la “política hidráulica”, referida a un enfoque técnico, se redefine para responder a las demandas del agua potable y enfrentar la crisis hídrica nacional. Para ello, desaparece la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) en 1976,⁵⁹ y más tarde se crea la Comisión Nacional del Agua en 1989. La SRH dejó un antecedente, la transferencia de la responsabilidad de la administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado a los gobiernos municipales, así, quedando ésta como apoyo y asesoría, restando responsabilidades y gastos al Estado (p.59).

⁵⁹ Sustituida por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) (1976-1994), que luego se llamaría SAGARPA.

La nueva política hídrica se va inclinando hacia las ciudades según Aboites (citado en Martínez, 2006), las cuales surgen con el desarrollo industrial de los cuarentas, del *modelo económico de sustitución de importaciones*. Este hecho generó una migración paulatina de lo rural a lo urbano, fenómeno explicado por el *modelo de Rostow*,⁶⁰ una propuesta que sugería el abandono de lo rural (producción primaria) para que la población se insertara como mano de obra en la industria, la concentración poblacional, y en consecuencia la ampliación de infraestructura hidráulica más compleja.

Paralelamente, la política de la gran irrigación requirió grandes presas en México; en las estadísticas del agua en México se reportan más de 4462 presa y bordos, de las cuales 667 se clasifican como grandes presas (CONAGUA, 2011b), que no sólo abastecen las áreas de riego, sino también a las grandes ciudades con industrias que se instalaron con el TLCAN. La nueva política hídrica consistía en llevar a cabo la transferencia de responsabilidades y tareas de los servicios de agua potable a los estados, y de éstos a los municipios, con menor subsidio y estableciendo un esquema tarifario para cobro de los servicios a la población. A este proceso se le denomina *descentralización de la gestión del agua*.

Así mismo, este proceso ocurre para el bloque agrícola, con la creación de asociaciones civiles conformadas por agricultores que se encargarían también de administrar la infraestructura hidroagrícola, pero con una dimensión superior a la de los municipios, principalmente por el volumen que se maneja en este sector primario de aproximadamente el 70% del agua en una cuenca. En la década de los años setenta se agotó el modelo para abrir paso desde los años ochenta, al modelo neoliberal.

Para ello, se crea la CONAGUA como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y se promulga la Ley de Aguas Nacionales en 1992 (LAN), ley reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Se reforma en el 2004 integrando los principios de la Gestión Integrada de

⁶⁰ Rostow creó una corriente que buscaba explicar las transformaciones económicas de largo plazo (Gutiérrez R., 2004). Este autor estadounidense propuso una alternativa al proceso del desarrollo económico de Marx (XIX), transición de una sociedad feudal hacia una sociedad comunista, pasando por el capitalismo y el socialismo. Por ello, Rostow, en su obra “las etapas del crecimiento económico: un manifiesto no comunista”, sugiere la ruta hacia el capitalismo pasando por cinco etapas: sociedad tradicional (rural), las condiciones previas al impulso inicial, el impulso inicial, la marcha hacia la madurez y la era del alto consumo en masa.

Recursos Hídricos (GIRH). Este es un marco legal mediante el cual la *autoridad del agua* – CONAGUA- promovería el uso eficiente del agua, a partir de veintidós principios que se enuncian en la LAN; el Artículo 14 BIS 5 de la LAN habla de ellos, y particularmente en el tercero se refiere a la descentralización de la gestión del agua. El entonces primer director de la CONAGUA, Fernando González Villarreal, quiso dirigir la política para que fuera capaz de afrontar la creciente demanda social con un enfoque modernizador (Vargas, 2002).

La descentralización de la gestión del agua enunciada en los principios de la política hídrica corresponde al propósito del TLCAN y de una visión economicista del agua. La nueva política económica neoliberal debía permitir mayor inversión privada, exportación de materias primas e importación de mercancías industrializadas. Esto implicaría una mayor demanda y flujos de agua, así como de fuerza de trabajo. Modernizar al país y alcanzar el crecimiento económico a través de la mayor comercialización entre países era el fin, aún y cuando las condiciones de competencia eran y siguen siendo desiguales.⁶¹

La política de modernizar el campo se une al proceso de la descentralización, con el fin de volver las unidades agrícolas “empresas autosuficientes”. Se buscó una mayor productividad con apoyo de la tecnología genética, uso de agroquímicos, pesticidas, herbicidas y grandes maquinarias (de origen y sustento fósil) para mayores rendimientos, sin “prever” los grandes costos socioambientales. Se pone en marcha acuerdos comerciales entre el Estado y los capitalistas interesados en invertir en México; empresas transnacionales y monopólicas como Monsanto (A Modern Agriculture Company) logran introducir sus paquetes biotecnológicos al campo agrícola mexicano.⁶²

En ese sentido, se establece la relación productividad / agua en busca de un mayor rendimiento

⁶¹ Blanca Rubio sostiene que Estados Unidos, uno de los socios comerciales del TLCAN, impulsó una política para elevar subsidios que promueven excedentes de producción que se destinaron para la exportación; este hecho generó que los precios bajaran de manera artificial y que los productores en México no pudieran competir con los productores americanos. Entre 1998 y 2002 un productor en el EUA recibió 16 mil dólares de subsidio, mientras que en México recibió 720 dólares y de manera no regular, es decir ¡sólo el 4.5% en relación a EUA! Además, el gasto público para el desarrollo rural en México descendió en el periodo de 1994 al 2000, de 6.4% a 3.7% (Rubio, 2003, p.22). Esto se traduce en que las condiciones desiguales para la administración de las unidades de riego.

⁶² Samir Amin afirma. Antes un agricultor tenía que lidiar con una serie de empresas para que cada una de sus actividades: compras de insumos, crédito bancario y venta a las tiendas. Hoy día, una PYME agrícola se enfrenta aguas arriba al bloque financiero de los bancos y a enormes monopolios de producción de fertilizantes, pesticidas y transgénicos, de las que Monsanto es el ejemplo más llamativo. Y aguas abajo, se enfrenta a las cadenas de distribución y grandes supermercados. A través de este control, aguas arriba y aguas abajo, su autonomía y sus ingresos reales disminuyen. Entrevista (Ramboer, s.f.).

posible con una menor demanda de agua (eficiencia). Los programas federalizados se orientaron a la tecnificación de los sistemas de distribución de agua, adquisición de maquinaria para la conservación de la infraestructura, entre otros programas que impulsan el uso eficiente del agua. De esta manera se abre otro mercado en la venta de sistemas de tecnificación y maquinaria pesada de alto costos, que un agricultor de subsistencia no podría fácilmente adquirir, sólo los grandes capitales que finalmente desplazan a los pequeños productores de escasos recursos.

La apertura comercial de este tipo de tecnologías no se ha regulado, como el uso de agroquímicos. En el artículo 96 de la Ley de Aguas Nacionales se señala de manera breve el tema, pero no existe un control para su uso o prohibición. Este es un punto importante, porque mientras en la LAN se declara el uso sustentable del agua, por otro lado, se permite comercializar y usar productos que debilitan sustancialmente la calidad al agua, los ecosistemas y a la salud de los productores expuestos a estas sustancias nocivas.⁶³

Las unidades agrícolas iban asumiendo más gastos asociados a la degradación ambiental, como la conducción de aguas residuales, efecto de los agroquímicos y del agua excretada de las grandes ciudades. Este último asunto asociado a la debilidad institucional municipal para gestionar procedimientos de saneamiento de aguas residuales adecuados. Por ello, la descentralización de la gestión del agua resulta un obstáculo traducido en más costos para los campesinos, quienes internalizan las externalidades de las grandes ciudades contaminadoras.

En resumen, la descentralización de la gestión del agua fue una política de ajuste neoliberal que han asumido los municipios y los grupos campesinos; ha sido una experiencia que por un lado podría ser de “autonomía” para operar por sí mismos su sistema, pero que resulta una tarea insostenible ante las reglas del Estado, y considerando la nula regulación de los desechos de industrias concesionarias del agua, y de las ciudades en general. A este proceso se le denomina como un proceso de segundo nivel (García, 2006), ya que transforma radicalmente las prácticas de manejo y gestión del agua, no sólo a nivel de los agricultores sino también

⁶³ En las zonas de riego y en aquellas zonas de contaminación extendida o dispersa, el manejo y aplicación de sustancias que puedan contaminar las aguas nacionales superficiales o del subsuelo, deberán cumplir con las normas, condiciones y disposiciones que se desprendan de la presente Ley y sus reglamentos (SEMARNAT y CONAGUA, 1992, p.102).

hacia las administraciones públicas del agua potable que no responden a sus obligaciones, orillándolos a requerir de la participación privada en los servicios de agua.

4.4 La nueva política hídrica

La última parte del presente capítulo tiene el propósito de visibilizar algunos aspectos actuales relativo a la política hídrica. Así como ocurrió en el sexenio salinista, la gestión del agua en México está en una nueva fase, así como el tema del manejo desde los diferentes asignatarios y concesionarios del agua en las cuencas, esto en el marco de la reforma al artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Mexicanos (párrafo 6º), publicada el 8 de febrero de 2012 en el Diario Oficial de la Federación, que eleva a rango constitucional el *derecho humano al agua y saneamiento*:

Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la *participación de la ciudadanía* para la consecución de dichos fines (CNDH, 2014).

El Estado debe garantizar este derecho a través de las instituciones e instrumentos necesarios, lo que aún es difícil de alcanzar. La CONAGUA presentó en 2012 una iniciativa para responder a la reforma constitucional señalada, conocida como *Ley Korenfeld*, la cual fue rechazada por la sociedad organizada al promover un marco de mayor privatización del agua a través de megaproyectos – en beneficio de la empresa estatal Mekerot de Israel (Jalife-Rahme, 2005). En la propuesta estaba ausente temas como la protección de los ecosistemas, el reúso del agua, mecanismos de monitoreo y evaluación, de resolución de conflictos sociales, transparencia de cuentas, entre otros como el manejo comunitario del agua.

Por su parte, la sociedad organizada propone una iniciativa de ley a partir de las necesidades y los fallos del Estado en materia hídrica, construida de manera participativa entre académicos, estudiantes, organizaciones civiles y comunidades afectadas por megaproyectos como la minería a cielo abierto, grandes industrias contaminantes, la fractura hidráulica, los trasvases de una cuenca a otra, entre otros, mismos que fueron impulsados con el TLCAN; la propuesta

fue lanzada por la Coordinadora Nacional de Agua para Todos Agua para la Vida, la cual apunta hacia la democratización del gestión del agua en México.⁶⁴

En lo general, las propuestas parten de visiones distintas sobre la crisis hídrica y su solución. La primera en un sentido de mayor participación de empresas privadas en el otorgamiento de los servicios de agua potable y saneamiento, entre otros proyectos como el hecho de ampliar concesiones a industrias, claramente en una perspectiva neoliberal. La segunda en el sentido de que la Nación (mas no el Estado) integre la participación de la sociedad en los asuntos del agua, incentivando la creación de comités comunitarios y de vigilancia donde dialoguen los actores del territorio para la toma de decisiones en la cuenca.

Rechazar la política hídrica en la visión del mercado neoliberal tiene su justificación. En la perspectiva del sistema capitalista, la política hídrica debe garantizarse ganancias para quienes decidan invertir en este nuevo mercado de la “escasez” y contaminación del agua, con lo cual sería aún más difícil acceder a este derecho, principalmente por los bajos o nulos ingresos que se perciben en México. Además, es un modelo de privatización que ha fracasado en el mundo, como Argentina, el primer caso en Latinoamérica (Barlow y Clarke, 2004), en Bolivia, y otros que sufrieron incrementos en las tarifa del agua hasta 400%.

Desde la perspectiva de la geopolítica, Jalife-Rahme (2015) afirma que la privatización del agua ha llevado a las *guerras globales del agua*. Existen juegos geoestratégicos de las superpotencias para controlar el agua, uno de los tres recursos estratégicos para que, naciones como EUA, mantengan el dominio político y económico: la banca, el petróleo, el agua (alimentos), la triple privatización en México.⁶⁵

⁶⁴ CENTLI y la UAM compararon ambas propuestas. Se consideran quince criterios de la *gestión del agua*: pertenencia de las aguas, modelo de gestión del agua, aguas pluviales, derecho humano al agua, sistema de concesiones a aguas nacionales, uso agrícola, lógica económica, administración de cobros y pagos por el agua, servicios hídrico-ambientales, organización y administración de los sistemas de agua potable y saneamiento, mecanismos para determinar la distribución del agua potable y costo del servicio, manejo comunitario, prevención de daño; contraloría, vigilancia, inspecciones y denuncias; y por último las sanciones. Nota: ¿Qué es CENTLI? El programa de Investigación UAM Sierra Nevada, Estudios y Proyectos Sierra Nevada S.C. y Guardianes de los Volcanes A.C., conforman el Centro para la Sustentabilidad de la Sierra Nevada Incalli Ixcahuicopa en el Municipio de Tlalmanalco en el Estado de México el cual cuenta con 2 sedes: la sede agroecológica y la sede forestal, que se encuentra en un bosque que es área Natural Estatal” extraído de <http://centli.org>

⁶⁵ Por su parte, Montero (2008) narra la evolución de la escuela francesa del agua. Las empresas Vivendi, Suez y RWE (la última de origen alemán) construyeron un gran imperio del agua, para otorgar los diferentes servicios del agua de alcance mundial, que se lleva grandes ganancias similares a las de la industria de la aviación, por ejemplo. Dichas empresas han alcanzado tal éxito que tienen poder político, incidiendo en las instituciones

Cervantes (2015), en entrevista a legisladores y miembros de asociaciones civiles, rescató algunos de los efectos negativos de modificar la Ley de Aguas Nacionales en beneficio del capital privado. El aumento de tarifas para la “sostenibilidad financiera” a los prestadores del servicio; abuso contra ejidatarios a quienes se les puede quitar su concesión cuando renten sus tierras; permitir la posibilidad que se “suspenda o restrinja la prestación de los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales” cuando no se cubran los pagos; la “fractura hidráulica” o “fracking” para obtener gas capturado en una roca, ley “secundaria” de la energética; tráfico de concesiones y “trasvases” de una cuenca a otra; megaproyectos que se supone abastecerán a “megalópolis” del futuro; uso de “medidas de apremio y de seguridad”, con lo que se podrá solicitar el auxilio de la fuerza pública si no se respetan las disposiciones de la ley.

El agua en el contexto del capitalismo se materializa en relaciones sociales de apropiación, producción, circulación y consumo (y excreción) insustentables; el resultado es la acumulación de capital, por un lado, y a su vez la desigualdad y pobreza hídrica. Por ello, dicho sistema, y las manifestaciones como instrumentos de política pública como la ley de aguas se define aquí como un *determinante* o proceso de tercer nivel (García, 2006). El hecho de que las decisiones sobre el recurso agua han sido determinadas por normas internacionales, ha llevado a México a adoptar recetas, no permitiéndole ser autónomo sobre la política hídrica. Sólo se accede a los efectos adversos como la contaminación o el cambio climático.

Jalife-Rahme (2015) afirma que para entender lo imprescindible de la defensa del derecho humano al agua (y naturaleza), desde una perspectiva de auténtica sostenibilidad, por encima del Estado neoliberal, es necesario lo siguiente:

Hay que atreverse a ir más allá del primitivo y vulgar mercado para propinar un golpe de timón ciudadano y, sobre todo, humanista, que trascienda al agua como un derecho de supervivencia (survival rights) de todos los seres vivos, sin excepciones ni decepciones, en la nueva civilización de la biósfera. (...) Decía Vladimir Vernadsky, aniquilar al prójimo y devastar ecosistemas equivale al suicidio mismo; la muerte de una de las partes de la biosfera va al suicidio de la otra parte. Es necesario pensar desde un enfoque biosférico.

La posibilidad de otras formas de manejo y gestión del agua pasa por reconocer la crisis socioambiental, y de aquellos factores que transforman el metabolismo social hacia uno

bancarias para determinar las políticas en países subdesarrollados como México, donde podrán vender su tecnología y servicios en general, y que empresas afiliadas pueden participar con los organismos municipales.

insostenible, en las distintas escalas, desde lo urbano a lo rural. Empezar desde abajo, desde las necesidades humanas, y superar el mercado dominante y democratizar el agua para todos los no humanos y humanos.

CAPÍTULO V. ENTRE LA CRISIS Y LA SUSTENTABILIDAD EN EL MÓDULO DE RIEGO III: ACTORES, ACUERDOS Y CONFLICTOS

Introducción

En la Cuenca del Lago de Cuitzeo (CLC), una amplia población se dedica a la actividad agrícola y ganadera que, desde los años noventa, y a partir del crecimiento de la mancha urbana de la cuenca alta, ha experimentado cambios importantes para realizar sus actividades productivas, dentro de las cuales tiene lugar el manejo del agua en la parcela (y otros niveles de organización previos a ella); la calidad del agua y la tierra se han deteriorado, lo que ha transformado el metabolismo rural en una economía mercantil, desfavoreciendo el bienestar de la población rural de la cuenca, principalmente de los campesinos orientados a la subsistencia. Incluso, han obligado a todos los agricultores a utilizar paquetes tecnológicos propios de la economía moderna, ya que de otro modo la producción no podría realizarse. Los productores campesinos, muy a su pesar, han tenido que adoptar estas tecnologías, sin que por eso cambien sus relaciones de producción familiar ni el objetivo de su producción: la satisfacción de las necesidades de sus familias. Los productores agroindustriales adoptan también estos cambios, sin embargo, la producción se vende, “devuelven” a Morelia en producto lo que reciben en agua: contaminantes.

Los agricultores, sean de tipo campesino o agroindustrial, han pasado de la apropiación de “agua charandosa”, a la apropiación de “agua petróleo o veneno”⁶⁶ o agua residual generada del metabolismo urbano e industrial. Es un derecho formalizado, en otras palabras, el Estado hizo legal el uso de aguas residuales (contradictoriamente a la política hídrica), que son aprovechadas únicamente para sembrar granos y forrajes, por motivos de inocuidad (disposición oficial). Se genera una sobreoferta y caída de los precios en el mercado local; acaparadores bien organizados y cadenas de producción industrial se quedan con la máxima ganancia posible.

Los ingresos que el agricultor recibe por la venta de sus productos, independientemente de si es agua contaminada, de pozo o temporal, apenas alcanzan para recuperar los costos de producción. Esto significa que la familia no puede satisfacer sus necesidades de manera

⁶⁶ En adelante, para referir las ideas que perciben los agricultores, y que además describen en parte la calidad del agua antes y después.

suficiente, por lo que además se dificulta el pago de derecho del agua del siguiente ciclo agrícola. Los agricultores atraviesan por la *pobreza hídrica*,⁶⁷ porque además de limitaciones en la disponibilidad anual de agua, acceso y calidad, el agua se va de las manos del productor hacia otras manos en el mercado capitalista, en la mayor parte del proceso metabólico.

El metabolismo urbano e industrial ha mermado al agua de su valor de uso o satisfactor positivo en relación a su inadecuada calidad. Así, el agua se convierte en un *satisfactor nocivo*, que orilla a los campesinos a utilizar productos tóxicos para la tierra. Y finalmente, demeritar todo el esfuerzo dedicado en la parcela. Por ello, la consigna colectiva es que “el agua que nos contaminan, se las regresamos como alimentos”, a manera de protesta ante la incapacidad del Estado para escuchar las demandas.

La contaminación del agua es un factor que influye hasta cierto punto la *fractura del metabolismo rural*.⁶⁸ Existen agricultores que acceden a agua de pozo (agua de mejor calidad), pero siguen el estilo de monocultivo con agrotóxicos, aunque de tipo campesino. Los apoyos del gobierno se dirigen hacia la producción de granos y forrajes (de semilla mejorada), junto con un paquete de agrotóxicos para fortalecer el modo agroindustrial. A pesar de que la calidad del agua contaminada es un factor importante, su impacto parece menor desde el punto de vista socioeconómico, mas no el ambiental.

Asimismo, los cambios en el patrón de ocurrencia de fenómenos meteorológicos de los últimos ciclos agrícolas, es un factor emergente que agudiza la problemática hídrica y socioeconómica. Este aspecto incide principalmente durante la apropiación y la transformación del agua, experimentando pérdida de cientos de hectáreas de monocultivos. De este tema, son nulos o pocos los esfuerzos para mitigar el daño, ya que aún no se ha valorado la magnitud del tema en la región, y en ningún nivel de gobierno, de manera seria. Existen empresas que ofertan pólizas de seguros que, de manera independiente o a través del gobierno, otorgan seguros a quienes reportan los “siniestros”, los cuales no cubren la pérdida del valor producido. Por ello, este fenómeno fractura casi por completo el metabolismo rural.

⁶⁷ Por pobreza hídrica se entiende que el agua es un recurso que no se realiza para la satisfacción de las necesidades humanas por diferentes causas. Que a pesar de que se asigne agua para la agricultura, en diferentes condiciones, el agua termina desviándose a otras cadenas de valor, diluyéndose su valor por la demanda en el mercado. El resultado es un ingreso, expresado en dinero que no cubre las necesidades, o de autoconsumo limitado de monocultivo.

⁶⁸ Relativo al marco de metabolismo social (Toledo, 2013), y los planteamientos de (Clark y Bellamy, 2012).

Tanto la contaminación del agua como los fenómenos climáticos adversos son factores socioambientales que modifican el metabolismo rural, y particularmente del modo de apropiación durante el manejo y gestión del agua, por lo cual, se dedica este capítulo a conocer cómo la unidad de estudio, la Asociación de Agricultores del Valle Álvaro Obregón – Tarímbaro A.C., sobrelleva el manejo del agua y gestiona las consecuencias. Se narran la experiencias y opiniones de los productores, en diferentes niveles de organización, y se contrastan con los argumentos de actores gubernamentales, quienes proponen soluciones alejadas de los afectados.

La exposición de resultados se lleva a cabo en función de los conceptos generales, comenzando por los niveles de organización social. Luego se aborda el manejo del agua en la parcela y en el módulo de riego. Finalmente, se trata la gestión del agua y controversias desde una visión de la cuenca. Por otro lado, el hecho de que la metodología de investigación se basó en el método cualitativo, y una vez, cruzando con datos cuantitativos, la exposición y discusión de resultados aparecen de manera conjunta.

5.1. Niveles de organización para la gestión del agua

La organización del Módulo de Riego III (MRIII) es una estructura de gestión del agua, que caracteriza a la mayoría de grupos de agricultores en México, adscritas a algún distrito de riego y que operan con infraestructura de cabecera (presas). Es un modelo formalizado por el *Estado* a partir de la descentralización del agua en los noventa. En la Ilustración 23, se presenta una pirámide que expresa los niveles de la organización observados: 1) en la base, el agricultor (USC)⁶⁹ como ejidatario y otro como pequeño propietario, 2) la junta ejidal (estructura política ya constituida) y la organización de pequeños propietarios, 3) la Asamblea de Delegados, 4) Consejo directivo y Consejo de vigilancia, 5) el Comité Hidráulico, y 6) la Comisión de Cuenca del Lago de Cuitzeo.

⁶⁹ La USC unidad socioeconómica campesina (Bartra, 2006), que es la familia organizada para el trabajo en la parcela, y para quien se destina el producto del trabajo y el valor agregado a la naturaleza (tierra y agua).

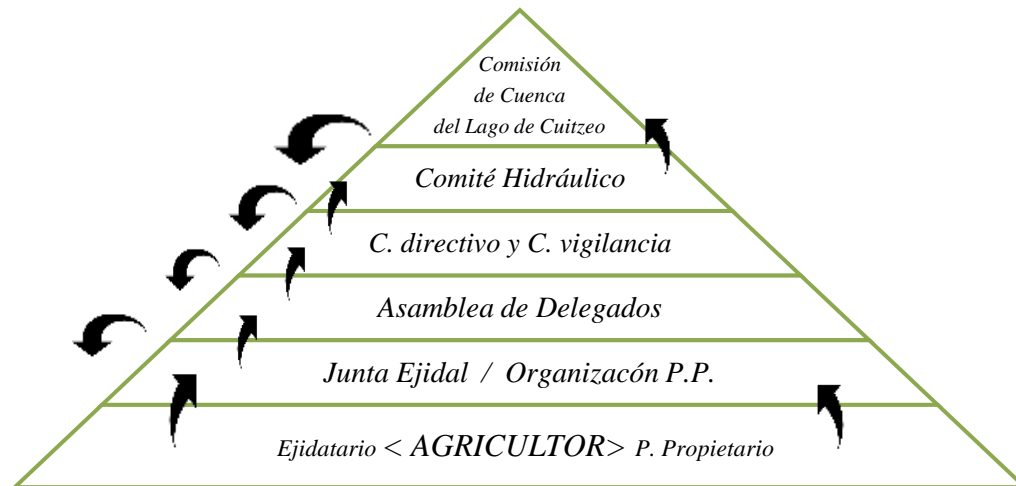


Ilustración 23. Estructura organizativa y de representaciones en el módulo de riego. **Nota.** Elaboración propia.

En términos de gestión del agua, de manera breve se aborda el objetivo de cada una, y posteriormente se desarrolla su relación con el manejo del agua. En la base, se encuentra el agricultor, con un derecho a la tierra y agua, mediante el reparto agrario, por herencia, y renta principalmente. En este nivel se organiza la producción, venta y/o consumo del trabajo en la parcela, en función de sus posibilidades. Es un nivel de gestión, cuando se decide qué, cuándo y cuánto producir, de acuerdo a la *cantidad* y *calidad* de recursos (como el agua) con los que cuenta o puede adquirir a través de sí mismo y su ingreso.

En el siguiente nivel de la pirámide se encuentra la *junta ejidal* y la organización de pequeños productores. Este nivel se divide de acuerdo al régimen de propiedad, por lo que la estructura organizativa es distinta. La ejidal está constituida con una mesa que administra y cumple con funciones encaminadas al desarrollo del ejido, entre ellos se encuentra el comisariado, el secretario, el tesorero, entre otros servicios. En la pequeña propiedad, la organización es de mayor flexibilidad, y usualmente el sector que más superficie posee y tiene mayor poder de incidencia. Un actor clave en este nivel es el *delegado*, independientemente del régimen, con voz y voto en los asuntos del agua, en el siguiente nivel de la pirámide.

En el tercer nivel se encuentra la Asamblea de Delegados. Es un grupo de diferentes representantes que tienen la responsabilidad de presentar las demandas de su comunidad u organización ante el Consejo Directivo y el Consejo de Vigilancia para resolver el consumo indirecto del agua en sus ejidos o predios independientes. Por su parte, el Consejo Directivo recibe las opiniones de los delegados, que en conjunto resolverá la administración de la infraestructura hidroagrícola concesionada, sostenida por una cuota de autosuficiencia (Art.

51, Ley de Aguas Nacionales, LAN). Y la vigilancia, es observador permanente de esta relación de trabajo.



Ilustración 24. Delegados del Módulo de Riego III. **Nota.** *Fotografía de las visitas de campo.*

En el siguiente nivel, se identifican actores fuera de la organización de productores. El comité hidráulico se conforma por los presidentes representantes de los módulos de riego adscritos al Distrito de Riego 020, y otros actores estatales y municipales que dependen de infraestructura hidráulica de cabecera. Al haber seis módulos adscritos, participan seis miembros agricultores en el Comité Hidráulico (Art. 66, Ley de Aguas Nacionales, LAN), quienes solicitan apoyo técnico para resolver el suministro de agua en bloque, esto mediante un plan de riego, la conservación de la infraestructura, y otros recursos disponibles de la federación. En este nivel se cruzan el trabajo de los agricultores de los módulos y el de los técnicos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), por el hecho de que la infraestructura de captación de agua está a cargo del Estado (presa de Cointzio y presa el Malpaís).

El último nivel de la pirámide es la Comisión de Cuenca del Lago de Cuitzeo (CCLC). En ella se inscriben diferentes representantes de los usos del agua en la cuenca, invitados para promover acciones por el agua como se abordó en el capítulo anterior. En teoría, los agricultores que forman parte de esta estructura de poder deben llevar los temas de la comunidad agrícola a la mesa de discusión y tomar de acuerdos o decisiones para resolver las demandas; los miembros contemplados son cuatro y se presentan como vocales, con derecho a voto, pero escasa participación en la realidad. En el artículo 13 de la LAN, se establece que es el máximo órgano oficial para la participación de los usuarios del agua en la cuenca.

De este último nivel se desprenden otras estructuras de organización política en materia hídrica, a su vez, en tres más: el gobierno, uno de los tres elementos del Estado (territorio, población y gobierno). El Distrito de riego es parte del nivel de gobierno federal, el cual lleva la operación de programas para el manejo del agua con los agricultores en la etapa de apropiación. El estatal tiene facultad de intervenir para motivar proyectos para la mejora del abasto de agua. Y el municipal tiene responsabilidad del manejo de agua en lo urbano y doméstico (agua potable, alcantarillado y saneamiento) apoyado por el gobierno de la entidad.

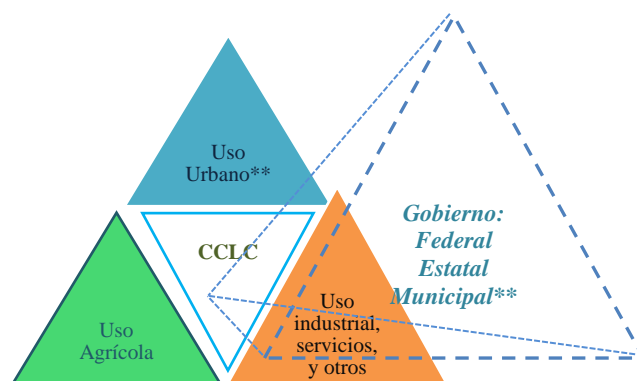


Ilustración 25. Estructuras organizativas que se desprenden de la Comisión de Cuenca del Lago de Cuitzeo. **Nota.** *Elaboración propia.*

La estructura de organización descrita se basa en la normatividad oficial del Estado, por lo que el margen que los agricultores tienen para tomar decisiones sobre el agua está circunscrito únicamente a la administración de la infraestructura y agua concesionada; las normas o planes son construidos desde arriba, lo cual realmente no permite mucho margen de movimiento a los módulos de riego. Están organizados para responder a los planes definidos en el orden federal, y las acciones que pueden realizarse son para garantizar el pago del agua en bloque, la conservación de la infraestructura y actividades administrativas en general.

Cada nivel de la primera pirámide representa un grado de poder político, que nace en la base (los agricultores y sus necesidades concretas), y se consolida en las representaciones o servicios que cada actor encabeza; no sólo en la organización de agricultores, también en otras que hacen un uso distinto del agua en la cuenca. La estructura piramidal mostrada expresa un vaivén de flujos, que van de abajo hacia arriba, que retornan desde arriba para dar respuesta a las demandas del agua, al menos es la expectativa. Los flujos están expresados en flechas, y tienden a ser obstruidos por diversos factores, entre ellos la falta de información y comunicación entre actores, poco compromiso y responsabilidad, robo de recursos, poca

valoración del trabajo, desánimo y desinterés por ausencia de resultados, falta de participación, entre otros.

Reelaborando la pirámide, con el fin de identificar de manera general las categorías que propone Dussel (Ilustración 26) se afirman algunos planteamientos. Rescatando el hecho de que la política, en su esencia, es una actividad que organiza y promueve la producción, reproducción y aumento de la vida de sus miembros, la organización de productores tiene la posibilidad de ejercer su poder político: la “*voluntad-de-vida*”. Esta posibilidad está directamente determinada en alguna medida por la *voluntad de los representantes*, en todos niveles de organización, y fuera de la misma, que corresponde al tipo de gobierno e instituciones encargadas en materia hídrica.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión Estatal de Agua y Gestión de Cuencas del Estado de Michoacán (CEAC), los municipios asignatarios del agua (OOAPAS o Comités locales), entre otros. Los representantes tienen la responsabilidad de servir a la población en los asuntos del agua, que se puede analizar como institución formal, como normas y programas que diferentes actores encabezan por parte del gobierno, y que pueden obstruir o facilitar los medios para resolver los problemas con el agua. En la siguiente ilustración se sintetiza las posibilidades de ejercer el poder sobre los recursos hídricos, como *poder fetichizado* o *poder obediencial*.

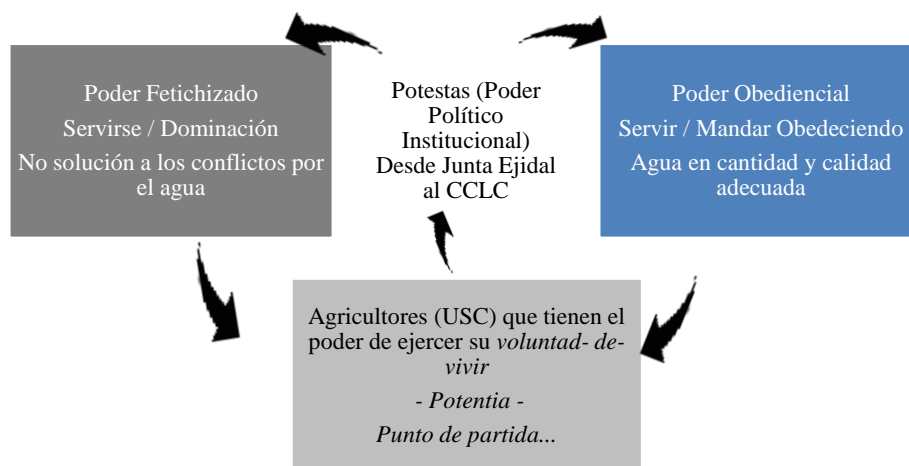


Ilustración 26. Origen del poder político y el ejercicio del poder. **Nota.** Elaboración propia con base en Dussel (2006).⁷⁰

⁷⁰ Las categorías que se señalan en el esquema se discuten en el apartado teórico.

Lo central es responder a las necesidades en el nivel de organización donde se origina el poder político: los agricultores campesinos y sus familias que dependen de su fuerza de trabajo, la tierra y el agua para vivir. Sin embargo, esta necesidad no es resuelta. Una de las principales demandas sociales es *recuperar la calidad* con la que solían regar sus tierras, el *agua charandosa*, una demanda olvidada, aún y cuando en el pasado los agricultores se movilizaron para frenar la contaminación de la cuenca aguas arriba. Ávila (2007) documenta de manera muy clara los esfuerzos que los agricultores desplegaron en los años noventa para recuperar la calidad de las aguas para riego, pero encontraron dificultades a nivel político que desmotivó la lucha social por el agua.⁷¹

En los siguientes puntos se discute la interrelación de dichos niveles en el manejo del agua, resultado de la observación (no) participante, entrevistas a profundidad o diálogos colectivos con actores clave, como mosaico de opiniones y experiencias. Se aborda la dificultad y necesidad de incorporar mayores esfuerzos por consolidar una política hídrica adecuada, incorporando a los afectados ambientalmente. En ese sentido y, para empezar, se desarrolla el metabolismo rural actual (agua-agricultor), a partir del manejo del agua, para luego abordar algunas controversias entre actores del módulo de riego y los actores externos (gobierno).

5.2 El agua contaminada que nos mandan, la regresamos en alimentos

Además de que el agua residual excretada de la cuenca alta determina el modo de apropiación del agua y, hasta cierto punto la adaptación de tecnologías modernas en la cuenca baja, los agricultores regresan el producto de su esfuerzo en diferentes granos y forrajes básicos para la alimentación de las poblaciones en la cuenca (y fuera de la cuenca), a través del mercado como modelo agroindustrial, exacerbando los efectos hacia la economía campesina debido al autoconsumo de algunos de una parte de su producción. La vida de los productores, tanto campesinos como de tipo agroindustrial, se torna vulnerable a nivel socioeconómico, sobreviviendo en la marginación y la migración de familiares, principalmente de los que poseen menor superficie de trabajo; también enfrentan eventos climáticos adversos en los últimos tiempos, no dejando oportunidad de bienestar.

⁷¹ En el estudio de Ávila (2006) se subraya que los campesinos demandaban mayor presión a la empresa papelera del sur de Morelia (CEPAMISA), y el compromiso de construir una planta de tratamiento para evitar la contaminación de la principal fuente de agua, Río Grande de Morelia. No obstante, la organización se debilitó por diferentes motivos, lo cual diluyó la lucha social.

En el presente subtema se expone lo que implica el manejo del agua contaminada desde la perspectiva del productor, y como módulo de riego, organización formal instalada por el *Estado* para reducir el gasto público en este rubro, y hacer “autosuficientes” a los productores, pero en condiciones muy precarias y condicionados al mercado. Para entender este asunto, se abordan la apropiación, la transformación, la circulación, el consumo y la excreción del agua; y cómo la contaminación del agua incide en el proceso metabólico rural. Así mismo, el agricultor se observa en su relación con otros niveles de representación política del gobierno.

5.2.1. La apropiación social del agua “veneno”

Cuando da inicio el ciclo agrícola en el mes de octubre, los agricultores planean qué cultivos sembrar en el primer subciclo, otoño-invierno.⁷² No hay muchas opciones para quienes tienen riego rodado (77% de la superficie total del módulo), sólo granos y forrajes ya que el agua está contaminada. A pesar de ello, lo principal para el agricultor es dar comienzo a un nuevo ciclo, mantener las parcelas activas, y conseguir unos pesos para medio llevar la vida. Lo que ya saben es qué cultivar, y avanzan en la preparación de su tierra. Así, deciden ir a las oficinas del módulo de riego a pagar su derecho de agua. A bordo de la carretera a Zinapécuaro están las oficinas, un edificio con necesidad de rehabilitación, donde Susi la recepcionista recibe los pagos por el derecho a riego(s). Se reciben \$250 por hectárea/riego, más un pago de \$250 por derecho a drenes al año, cuota general que cubre los gastos parcialmente.⁷³

La cuota de autosuficiencia es una base para que el módulo opere durante todo el ciclo agrícola, incluso en tiempo de lluvias, aunque en menor medida. De esta cuota, el agricultor cubre, dependiendo de la superficie que tenga trabajando, tres pagos generales; el 15% de la administración del módulo, el 35% de operación, y el 50% de conservación, aproximadamente. La cooperación se destina para pagar a otros agricultores (servidores del módulo) y trabajadores asalariados que operan el sistema de distribución de agua, es decir, los canales (121.6 km), drenes (197.7 km), cárcamos de bombeo y otras actividades: canaleros, operadores de maquinaria, estadista, entre otros servicios. Este es un gasto (trabajo asalariado) que se suma a los costos de producción de monocultivos.

⁷² Ir a subcapítulo 5.3 donde se aborda el aspecto climático para analizar algunas variables que determinan el inicio y transición de un ciclo agrícola.

⁷³ A nivel de módulos en México, el módulo de riego III es uno de los que cobra menos por el derecho del agua, lo que en parte dificulta la maniobra del ciclo agrícola.

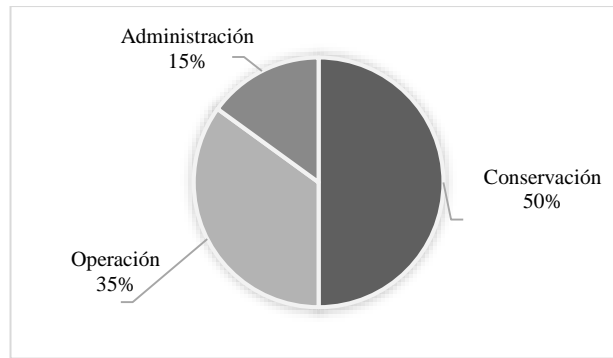


Ilustración 27. Distribución de ingresos en el MRIII. **Nota.** *Elaboración propia con base en datos del MRIII.*

En el pago del agua, el campesino (y agroindustrial) está cubriendo el 50% por concepto de *conservación*, que implica gastos para la remoción de residuos de los canales y drenes de riego. En condiciones de agua limpia seguramente se pagaría mucho menos, principalmente porque el diésel que mueve la gran maquinaria es una fuente de energía fósil fundamental, lo cual define una parte del manejo del agua en el valle a nivel de los módulos en general. En la cuota se reflejan algunos trabajos necesarios para que el agua llegue a todas las parcelas; canaleros y maquinistas se encargan de retirar todo tipo de residuo que impide la conducción del agua. Esto significa que el productor asume gastos que corresponde a otros. Se trata de actividades como procedimientos hidroútiles (PHU), que el productor tiene que aportar y que no recupera como se observó en los siguientes momentos del metabolismo rural.

La conservación es uno de los trabajos de mayor dificultad y costo para el módulo y sus miembros. Representa un gasto realizado en el orden de los \$2,500,000.00 por ciclo agrícola en general, ligeramente por debajo del gasto programado (Ilustración 28). Además, significa un gasto por debajo del óptimo necesario (DNMACN), o de expectativa, para cubrir los PHU de conservación; es decir, los trabajos deberían ampliarse para ofrecer un mejor servicio a los agricultores, pero eso significa más recursos que, de hecho, el Estado dejó de asumir a partir de la descentralización de la gestión del agua en los años noventa. Así, los agricultores en realidad son acreedores de gastos que correspondían tanto al Estado como a los contaminadores (hoy en día).

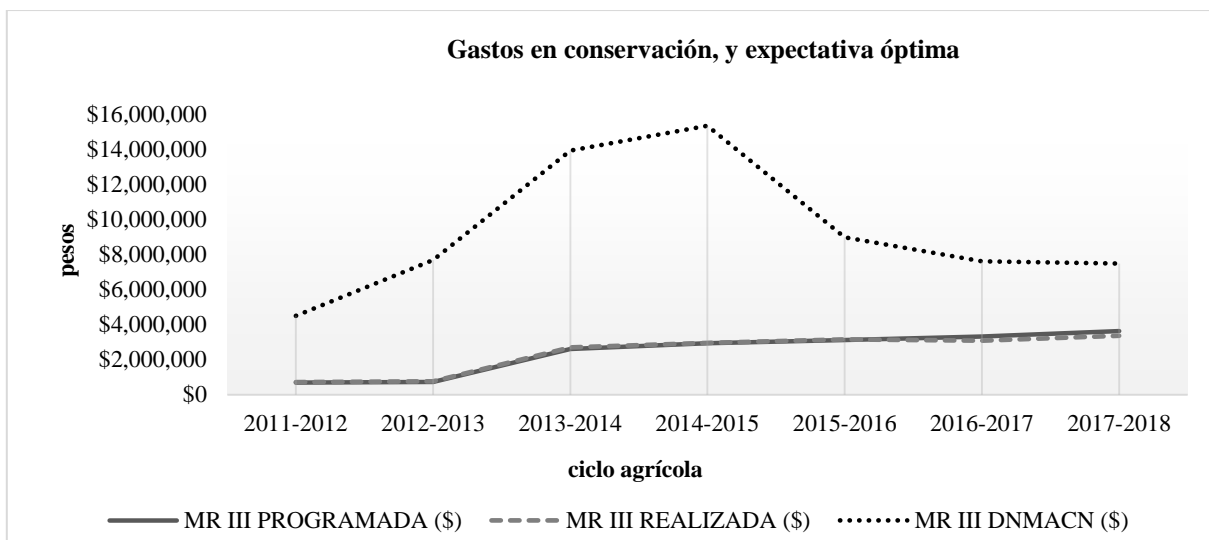


Ilustración 28. Gastos de conservación en el período 2011-2018, programado, realizado y óptimo. **Nota.** *Elaboración propia con base en datos del DR020, en apoyo a los módulos de riego.*

El gasto en conservación podría elevarse dependiendo las necesidades, hasta \$100,000.00 más de lo que el DR020 tiene contemplado; una razón es que hay canales de riego que no se han limpiado desde hace vario tiempo, y es urgente retirar el exceso de residuos y lirio. La manera de cubrir dicho pago es la cuota de autosuficiencia, la cual no ha podido incrementarse de la manera esperada, en parte por la resistencia de los agricultores a pagar un agua contaminada, y con justa razón, pero sino se cubre el pago es difícil llevar el agua hasta las parcelas. Sin duda, este recurso podría destinarse para avanzar y ser eficientes en el uso del agua, tal como el Estado les demanda, algo imposible desde la transferencia y creación del módulo de riego.⁷⁴

Al concluir la conservación de los canales y drenes, tiene lugar el trabajo de los agricultores como parte de los procedimientos hidroútiles (PHU), mismos que no se reflejan al final del ciclo agrícola. En términos de la apropiación, los productores transfieren valor al agua a lo largo del ciclo agrícola, desde el pago de la conservación hasta el momento en que se despliega el trabajo de *distribución* a las diferentes secciones de la zona agrícola. En otro momento paralelo, el agricultor también desarrolla una serie de trabajos a nivel ejidal y parcelario, ya que los canales colectivos y las zanjas particulares deben estar preparadas para la llegada del agua. Y, en segundo lugar, a nivel parcela, el productor transformará dicha agua

⁷⁴ Uno de los argumentos desde la técnica es que el uso agrícola del agua es ineficiente por ser agua rodada, que debería tecnificarse, lo cual no resulta inapropiado considerando el incremento de la demanda de agua, solo que es un discurso que se repite para justificar políticas que reducen el presupuesto al bloque agrícola, sin considerar que las condiciones de su ineficiencia se acentúan en parte por la contaminación de los ríos en México.

en cultivos, de tal manera que se seguirá transfiriendo valor al agua hasta el momento de la cosecha.

Aguas arriba de la zona de riego, en la obra de cabecera que corresponde a la presa de Cointzio y el Río grande de Morelia (junto con derivadoras), también ocurre una transferencia de valor al agua. Los PHU son desarrollados por personal técnico de la CONAGUA, trabajadores que deben garantizar la *distribución* de agua desde que inicia el ciclo agrícola hasta que llegan las primeras lluvias; ellos llevan el *monitoreo* del agua disponible, y conforme a derecho, entregan el agua acumulada en tiempos correspondientes, tanto a los agricultores del valle, como al bloque urbano que está a cargo del OOAPAS Morelia. En cualquier nivel, el *valor del agua* es resultado de las horas de trabajo socialmente necesarias que los diferentes trabajadores agregan al agua para convertirla en un valor de uso o satisfactor, aunque en el caso del agua contaminada es un satisfactor nocivo que no se reconoce en el mercado.

De los PHU, la conservación es uno de los trabajos inevitables frente a la contaminación de las aguas, mientras que los procedimientos de distribución son los que quizá se asumirían sin dificultad estando libres de residuos por parte de los agricultores del valle. Los datos presentados en la ilustración 28 no visibilizan el impacto de la transformación de la vida del agricultor, sólo se puede observar los gastos a corto plazo. Cuando inicia el ciclo agrícola, el MRIII tiene por derecho hasta 47.65 Mm³ (concesión en bloque), que representa el 64% del bloque agrícola superficial (aguas abajo Morelia, sin considerar el módulo de riego V), volumen de agua que proviene de la presa de Cointzio (37%)⁷⁵ y ¡Aguas residuales del Río Grande de Morelia! (63%), tal cual se señala en el título de concesión, dos fuentes de agua variables de acuerdo a lo climático y lo político, ya que recibirán sólo el agua que reste después de haber dotado al uso urbano público (orden de prelación).

En un primer momento, los agricultores disponen del Río Grande de Morelia, que es un agua de *excreción* y de *reúso* del bloque urbano e industrial; cuando se acerca el segundo subciclo

⁷⁵ La presa de Cointzio es una obra de captación de agua construida entre los años 37 - 39's para suministrar agua a los agricultores del valle y controlar inundaciones, con una capacidad de 80 Mm³, de la cual se puede extraer 67 Mm³. Su operación y conservación está a cargo de la CONAGUA. Dicha presa, vendría a incrementar la producción agrícola, lo cual significó una ventaja más para los agricultores de ese entonces, porque la tierra sería productiva durante todo un año. Es una obra destinada para el uso urbano (23% del total de su asignación), y el resto para uso agrícola; los módulos II y VI disponen de 4.290 Mm³ y 19.740 Mm³, respectivamente, en la misma porción de las fuentes de agua señaladas.

agrícola, primavera-verano, la presa se abre para completar los riegos más intensos de la temporada, en la cual, se demanda más agua por la alta evapotranspiración (abril y mayo).⁷⁶ El agua recorre una larga distancia desde la presa hasta la derivadora de Quirio (Álvaro Obregón), donde se entrega el agua a los canaleros. Es un tramo donde se origina la contaminación del agua, de tal magnitud que el Río Grande de Morelia es un río muerto por la ausencia de oxígeno disuelto (Ilustración 29); son nulos o insuficientes los PHU de saneamiento del agua en la ciudad de Morelia, Acuitzio, Morelia (y tenencias), Tarímbaro, Charo y Álvaro Obregón, los cuales contribuyen más o menos en el estado que guarda el río (Ver *anexo c*, del presente capítulo).⁷⁷

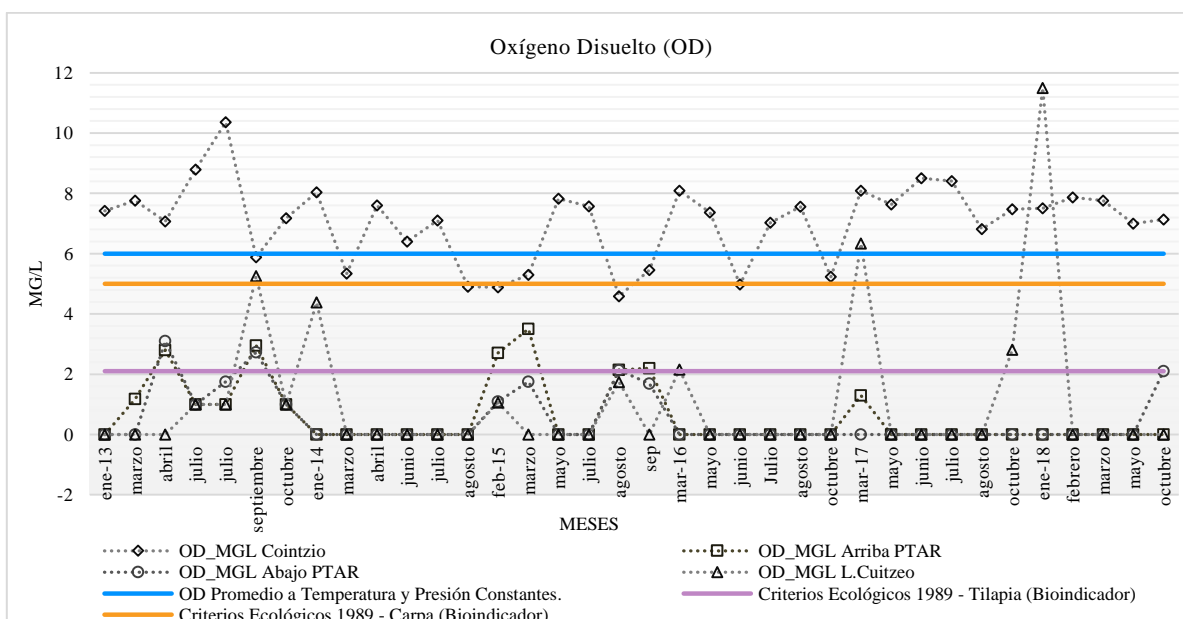


Ilustración 29. Parámetro de calidad del agua OD (Oxígeno Disuelto). **Nota.** *Elaboración propia con base en los datos de la RENAMECA, CONAGUA, Dirección Local Morelia, en el periodo 2013-2018, muestreo puntual.*⁷⁸

Antes de explicar el gráfico, se presentan otros parámetros de calidad del agua que definen al agua como un satisfactor nocivo. De acuerdo a los indicadores de calidad del agua (ICA) de la CONAGUA, y de los datos proporcionados por la Red Nacional de Medición de Calidad del

⁷⁶ En el subcapítulo 5.3 se amplía explicación.

⁷⁷ En el último anexo se presenta una síntesis teórica-empírica de metabolismo social a nivel cuenca del lago de Cuitzeo. De los flujos de entrada y salida del agua, desde la cuenca alta hasta la cuenca baja. El esquema constituye un ejercicio para visibilizar las excreciones en la cuenca, de los volúmenes concesionados y la interdependencia de los subsistemas como municipalidades.

⁷⁸ Ávila (2007) señala que en el lago de Cuitzeo había especies como la carpa, charal, mojarra, ranas y mosco, ahora en menor medida, los cuales se consideran bioindicadores de calidad del agua. Éstas también se encontraban en el Río Grande de Morelia hasta antes de la crisis por la contaminación.

Agua (RENAMECA), parámetros básicos como la DBO₅, DQO, SST y Coliformes Fecales,⁷⁹ entran en la categoría de agua *contaminada* hasta *fuertemente contaminada*, y más allá. Es decir, existe un nivel de contaminación que supera el nivel de calidad *aceptable* para mantener la vida acuática endémica del Río Grande de Morelia (ausencia de oxígeno disuelto, OD). La consecuencia socioeconómica inmediata fue la restricción de cultivos como hortalizas para consumo en fresco, principalmente porque los Coliformes Fecales superan de manera alarmante los 1000 y 240 NMP/100 ml permitidos para riego agrícola (criterios ecológicos de calidad del agua, CE-CCA-001/89) y ¡contacto directo! (NOM-003-SEMARNAT-1997), respectivamente.

Cada parámetro de calidad del agua (incluyendo el OD) agrupa cuatro puntos de monitoreo. El primero es una referencia de la calidad de agua con la que regaban antes de la contaminación (Cointzio), denominada por los agricultores *agua charandosa*. En seguida dos puntos, uno antes y uno después de la infraestructura de saneamiento en Atapaneo (PTAR), una referencia del agua que recibe hoy día el módulo de riego en Quirio (Arriba PTAR; y Abajo PTAR), sin considerar el aporte de Charo, por pequeño que sea. Y la última, un punto de monitoreo donde se muestra el nivel de contaminación del agua que llega al Lago de Cuitzeo, por el Río Grande rectificado (L. Cuitzeo), indicando que el lirio acuático es un filtro de residuos (no natural y relativamente positiva), los cuales son removidos por los agricultores a través de sus recursos.⁸⁰

Además de los criterios del ICA, se integran los límites máximos permisibles para descarga a cuerpos de agua (río), de reúso en la agricultura y protección a la vida acuática. A los asignatarios y concesionarios del agua en la cuenca se les concede arrojar aguas con un nivel bajo de residuos, *suponiendo* que el río tendrá la capacidad de reincorporar los residuos, lo cual no se ha comprobado porque no se cumplen las normas, mientras tanto el Río Grande de Morelia acumula residuos que se transforman a través de la ruta anaerobia, generando gases de efecto invernadero como el CH₄ (metano), de impacto superior al CO₂ (dióxido de carbono).

⁷⁹ Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que describen el grado de contaminación de un cuerpo de agua, y de su potencial transformación o asimilación del mismo. La DBO₅ mide los residuos biodegradables. La DQO integra residuos biodegradables y residuos de naturaleza inorgánica difíciles de degradarse. Los SST son la totalidad de sólidos suspendidos en el agua. Y los coliformes fecales son producto de los desechos fecales humanos, de alto riesgo a la salud.

⁸⁰ Para tener una referencia más amplia de cada parámetro, se sugiere ir al *anexo a* del presente capítulo.

Por otro lado, en las normas vigentes no se considera la necesidad de asignar agua libre de microorganismos patógenos a la agricultura (NOM-001-SEMARNAT-1996). Para los asignatarios y concesionarios contaminadores de la cuenca aún es difícil tan sólo llegar al nivel máximo permitido para descargar al río, y más complicado aún, el hecho de exigir un agua para la preservación de la vida acuática o libres de *Coliformes Fecales*. De ahí, una de las debilidades del sistema de drenaje conocidos, donde se mezclan las heces fecales con el agua en los sanitarios convencionales (modernos, pero contaminantes del agua). Una alternativa eco tecnológica a la contaminación de los ríos por coliformes fecales son los baños secos.

En la vida moderna tal alternativa se desconoce o se rechaza suponiendo que es viable sólo para las áreas rurales. Si las ciudades se capacitaran en el manejo de los residuos fecales, los PHU de saneamiento podrían reducirse significativamente en términos de gastos, aunque eso implica concientización social que se deja a reflexión de los lectores.⁸¹ Esta alternativa debe sumarse con otros esfuerzos de manejo de residuos, principalmente en las industrias que excretan materiales de difícil y costosa remoción en los sistemas de tratamiento de aguas residuales conocidos.

⁸¹ El baño seco sería una tecnología ecotecnológica viable, desde la perspectiva que plantea Leff (2005), que permitiría establecer sistemas productivos libres de patógenos y plaguicidas. Además, reduciría significativamente el manejo del agua a nivel municipal, ya que reducirían costos en el tema de alcantarillado y saneamiento.

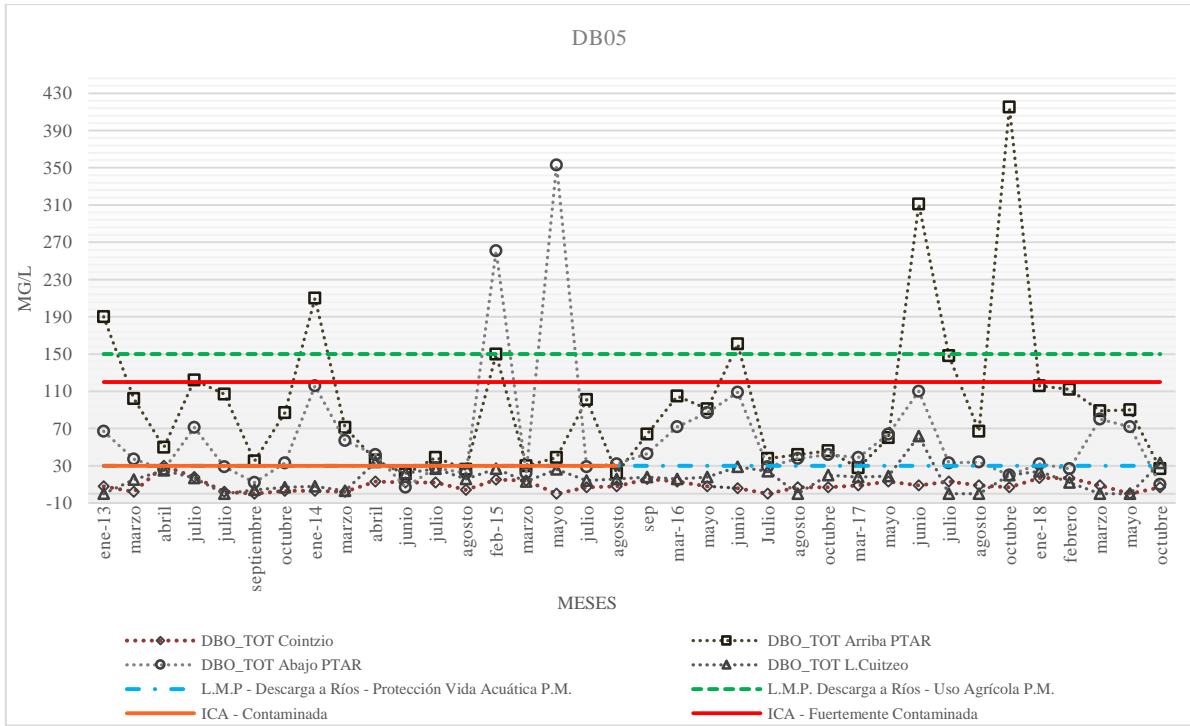


Ilustración 30. Parámetro de calidad del agua DBO₅ (Demanda Biológica de Oxígeno). **Nota.** Elaboración propia con base en los datos de la RENAMECA, CONAGUA, Dirección Local Morelia, en el periodo 2013-2018, muestreo puntual.

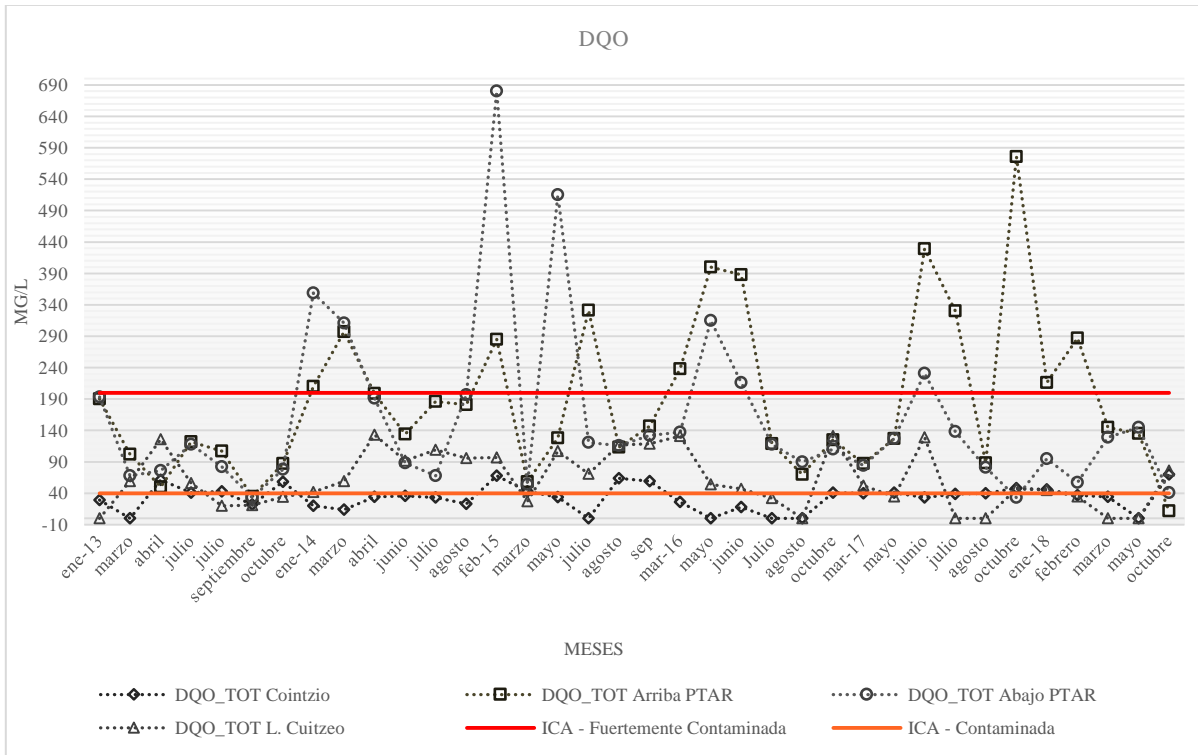


Ilustración 31. Parámetro de calidad del agua DQO (Demanda Química de Oxígeno). **Nota.** Elaboración propia con base en los datos de la RENAMECA, CONAGUA, Dirección Local Morelia, en el periodo 2013-2018, muestreo puntual.

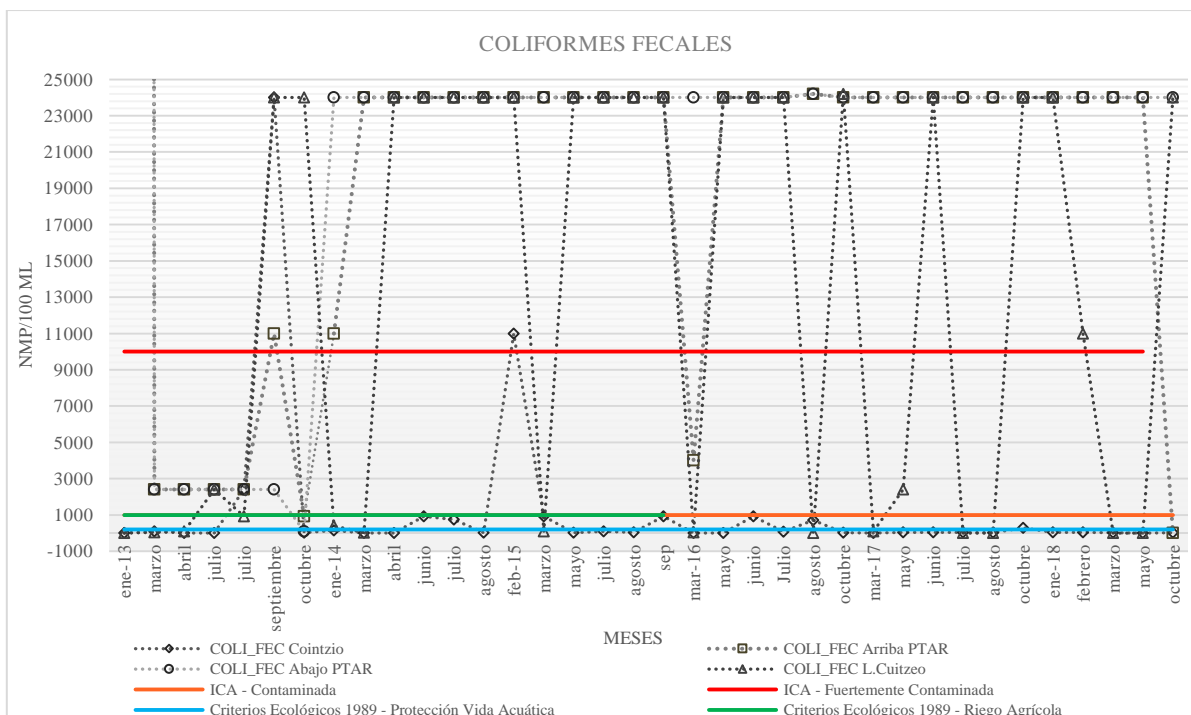


Ilustración 32. Parámetro de calidad del agua *Coliformes fecales*. **Nota.** Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la RENAMECA, CONAGUA, Dirección Local Morelia, en el periodo 2013-2018, muestreo puntual.

El grado de contaminación supera las mediciones reportadas por la RENAMECA, pues no se toman en cuenta otros parámetros como *materia flotante, sólidos sedimentables, grasas y aceites*, que son observados por los canaleros y agricultores en campo (no hay registro de estos parámetros en la CONAGUA). En contraste y complemento de lo anterior, los agricultores describen la calidad del agua a partir de la derivadora en Quirio, en donde los residuos se van acumulando mientras el agua pasa por Álvaro Obregón y Tarímbaro, ya que existen asentamientos humanos en la margen del canal Joconoles (no se respeta área federal para la maniobra de conservación). Se muestra un antes y un después de la crisis ambiental, lo cual incrementa la dificultad del manejo del agua para los agricultores en su parcela.

Agua charandosa limpia para beber, la agricultura y la pesca:

(...) Había una situación buena porque nos tomábamos esa agua, directamente del canal, ¡magnifico!, buena que se sentía ¡eh!, en ese tiempo que llegaba charandosa llegaba de la presa, y andábamos trabajando en el cerro, arando la tierra con caballos, mulas y bueyes ¡qué sé yo!, y nos bajábamos al agua al canal y nos pegábamos a tomar agua junto con ellos, se sentía gruesa, se sentía sabrosa, y se quitaba la sed. (M. Elizarrarás, comunicación personal, 11 de noviembre 2018).

Mire... mire... es una cosa muy admirable esa, ¿Qué cree? que cuando venía el agua charandosa esa, nosotros nos la tomábamos, ¡nos la tomábamos y nadie se enfermaba! ¡si! ¡nadie se

enfermaba!, Pero era un agua charandosa, deliciosa, buena (golpeteo en la mesa), pero luego... no pues no... (E. Mora Marroquí, comunicación personal, 5 de noviembre 2018).

Nosotros tenemos aquí desde el 72 aquí. Porque fuimos reubicados de una presa que se hizo en Angamacutiro, la presa Melchor Ocampo. (...) Fueron 17 ejidos desplazados (...). Y resulta que sí nos dieron una casita y nos dieron terrenos, pero en el caso de aquí el Paraíso nos lo dieron incompleto, nos faltaron 22 hectáreas. Fue un intercambio no justo. Con lo del agua lo resentimos muchísimo porque allá en Angamacutiro teníamos agua nacida, así era, sobraba agua, y cultivábamos de todo porque el agua era limpia. Y todavía cuando llegamos en el 72 había uno que otro pescadito aquí, y el agua era colorada, charandosa. Sembrábamos de todo. Ahora es negra, ni una tortuga hay. (R. Pérez Gómez, comunicación personal, 10 de noviembre de 2018).

El agua era muy limpia. Había peces, nos bañábamos (risa). (R. Chávez Zavala, comunicación personal, 9 de noviembre de 2018).

Tomaba uno agua del canal, yo tendría como diez años. Tengo 58, ya hace un chingo de años, casi cincuenta años. Recuerdo que en las mismas hojas del maíz agarraba uno el agua pa' tomar, era el agua bien colorada, pescaditos, charalitos. Pescábamos y nos lo comíamos. Ahorita ya no hay ni culebras (risa), pos todas se mueren. Las tortugas había muchas, aún hay, pero no muchas. (J. E. Alvarado Barrera, comunicación personal, 24 de noviembre de 2018).

En contraste, los productores describen el agua contaminada de la siguiente manera:

Agua veneno:

No nos queda otra más que comprar ese líquido, lleno de *veneno*. En Uruétaro (Tarímbaro) se han caído (respira profundo) como dos personas al canal por accidente, y se han muerto (golpeteo de mesa), y eso ha pasado en la colonia Miguel Hidalgo, en Álvaro Obregón, en El Calvario, en todos los pueblos que están sobre el canal, a muchos se les han caído al canal y esos han muerto. De un solo trago se han muerto, (...) por eso me atrevo a decir que compramos veneno, ¡esto es veneno!, y lo digo veneno, porque la gente que cayó, tragó agua y se envenenó y murió, el doctor lo dijo <este cuate se murió porque tomó el agua>. (F. Calderón, comunicación personal, 30 octubre 2018).

Agua mal oliente, sólidos sedimentables en putrefacción (nulo oxígeno disuelto):

Huele muy feo...peor que huevo podrido. En el venado hay un tubo que nos sirve el agua, hace una espuma... pero apesta lo que se llama de veras desagradable, que llega el olor hasta aquí donde estamos (casa del entrevistado). Yo quisiera que vinieran a ver cómo está esa agua cochina en tiempo de riegos... (R. Núñez Zamudio, comunicación personal, 4 de noviembre de 2018).

El color es negro, el olor es insoportable. En tiempo de calor es peor. Y una vez me tocó que me enfermé, no tenía aún la barda allá atrás, y estaba acostado en la noche, y llego el aire que traía ese olor feo, y me pegó unos bronquios que ya no me los aguantaba, fue de eso. Los vecinos tuvieron ese problema también. (R. Pérez Gómez, comunicación personal, 10 de noviembre de 2018).

El agua sucia nos la siguen mandando para acá...Esa agua nos perjudica muchísimo pa' la salud. Yo cuando ando regando mis parcelas, me pongo guantes, porque cuando no me pongo se me empiezan a agrietar las manos, entonces el canal pasa por aquí atrás, en las madrugadas cuando el canal está en funciones viera ¡que apestoso!, nada más en las madrugadas, es una neblinita que va dejando el canal, y hace frío a esa hora por eso yo creo que es, y viera ... ¡súper apestoso!,

todo eso respiramos nosotros, ¡ni abrimos las ventanas por que se imagina!, Aquí está mi casa, en seguida está mi hijo, más allá está otro hijo, mis hermano, dos hijos de mis hermano, hay mucha gente oliendo eso. Todo Uruétaro está pegado al canal. (M. Soto Ferrer, comunicación personal, 24 de noviembre de 2018).

El olor es muy fuerte, es una pestilencia... si el agua se retranca en la compuerta, ahí está feo, es una tortota gruesa de azolve prieto. F. Pastor García, comunicación personal, 8 de noviembre de 2018.

Agua con plagas:

Huele feo, y negra, y tiene una época onde la retienen allá por Quirio algunos días, en lo que hay gasto de agua, pero viene espeso aquello de aceite, queda el cajón de la orilla, negra, negra, negra, queda la raya la parcela donde entra el agua negra, entonces para enseguida, enseguida si yo fui a regar una alfalfa quedó aquello negro. Para los ocho días ya tengo que estar comprando el herbicida pa' irle a poner porque la plaga ya está ahí..., yo digo que es por el agua contaminada. Horita no tiene plaga, porque no la he regado... por que nomás llega el riego (golpeteo de mesa), y de allí pa' adelante es plaga, riego por riego. (E. Mora Marroquí, comunicación personal, 5 de noviembre 2018).

Cuando uno pisca el garbanzo, los dedos se hacen hoyos por las espinas, y ahora que regamos con agua sucia, las espinas nos dejan como infectado los dedos. (A. Mora Izquierdo, comunicación personal, 5 de agosto de 2018).

Agua con materia flotante:

Esos primeros riegos llegan más sucios, nos lo echan de la presa, sólo nos dejan llegar las escurriduras. Por la contaminación surgen respuesta de algún compañero, que se le enfermó su hijo se estuvo lavando las manos en la zanjita. Inclusive cuando llevamos herramientas al campo, pero a veces hay necesidad de que se tapó la toma y nos toca que meternos al agua. Lodo, basura, animales muertos que echan al canal o que se arrastran, mucho lirio si los canales generales no están prácticamente limpios, hay mucho lirio. Aunque el lirio he observado que onde hay lirio se queda algo de aceite o manteca, o el animal muerto se queda, y se está filtrando la agüita. Cristalizando poquito. (M. Elizarrarás, comunicación personal, 11 noviembre 2018).

Agua como aceite:

Es un agua mugrosa, negra. En el momento que cortas el riego se queda la tecata, ¿sepa dios que será?, como una grasa. Antes no había eso, nos echaban agua charandosa de Morelia para acá, había pescaditos, era una chulada. Ya ahorita no pues, como cuando uno maneja esa agua, aunque no quiera agarrarla, tienes que agarrarla, y andas pelado de las manos, se te pela la piel, y se anda uno partido de los dedos, se te quiebra aquí esto de las coyunturas. (J. Corona Alvarado, comunicación personal, 15 de noviembre de 2018).

El agua viene apestosa, negra, y nomas se corta tantito se ve negro, negro que parece que tiraron aceite. A veces uno tiene que agarrarla (...). Nosotros quisiéramos que nos quitaran esas aguas negras tan feas que llegan, que no les echen tanto aceite pues, nos quema las tierras; si antes producíamos sin echar tantos químicos, ahorita tenemos que echarle fertilizantes si no, no da nada. (J. E. Alvarado Barrera, comunicación personal, 24 de noviembre de 2018).

Como se puede observar, manipular el agua contaminada es un problema serio, minimizado o ignorado por ser agua destinada para la agricultura, como si el agua se rodara por sí sola hacia las parcelas. Hay que subrayar que el trabajo de distribuir el agua residual en la parcela (desde

los canales internos) lo realiza el agricultor hasta que su tierra está hidratada (PHU), lo cual permite que el agua adquiera un valor económico (que debe traducirse en un ingreso digno), y eso implica contacto directo con patógenos que ponen en riesgo su salud, y que ya han afectado vidas de manera irreversible. En este sentido, la NOM-003-SEMARNAT-1997 contempla límites para el contacto humano, relativo al reúso de agua tratada de sistemas de saneamiento, pero como ya se ha señalado, los *Coliformes Fecales* superan de manera alarmante los niveles permitidos (Ilustración 32). Esto supone una violación de su derecho humano a la salud, por permitirse que el agua residual se destine para la agricultura.



Ilustración 33. Agricultor del ejido de Potrero Verde llevando el agua negra desde el canal ejidal hasta su parcela. **Nota.** *Fotografía de las visitas de campo.*

Ahora bien, desde la visión de los trabajadores del módulo de riego, personal asalariado, el manejo del agua contaminada también resulta difícil en términos operativos. Para garantizar la apropiación del agua al campesino y otros de tipo agroindustrial, los trabajadores tienen que remover los diferentes residuos en los canales y drenes de riego como ya se ha señalado, pero también están sujetos a largas jornadas de trabajo (las horas de trabajo socialmente necesarias se incrementan con el manejo del agua sucia) y a conflictos con los pobladores aledaños a los canales de riego, que han invadido las áreas federales. En algunos casos esto ha ocurrido porque algún ex representante del módulo lo ha permitido, una manera de ejercicio del poder inapropiada por falta de conocimiento e irresponsabilidad. En otros casos, los ayuntamientos

no han sabido regular los asentamientos humanos. He aquí algunos argumentos de los trabajadores al respecto:

Otra de la problemática de la contaminación, es la basura, que llegan llantas, y todo tipo de basuras. Llantas, botellas de cloro, de todo tipo de envases. Basura como pañales y desechables y todo eso, zapatos, todo, todo cae. Eso es lo que nos da problemas en la distribución del agua, porque nosotros manejamos las compuertas, por decir, una compuerta la podemos manejar con una abertura de 5cm, con la carga del canal nos da hasta 100 litros. Pero si llega un zapato a la abertura, nos corta hasta la mitad del agua, entonces siempre tenemos los canales lo mejor. Por decir las regaderas, arriba y abajo, por eso somos de tiempo completo, porque, si se tapan dos compuertas en la noche, riegos que no se avanzó, y el agua se va a ir a un destino no útil, y es una pérdida de agua, en fin, todo lo que es basura nos afecta. (F. J. Fonseca Tercero, comunicación personal, 22 de diciembre de 2018).

Hemos ido a sacar basura, y hay veces hasta cuerpos, perros, puercos, vísceras que echa el señor de por aquí adelante, hay que ir a sacarlas, es una cochinateda. No usamos nada, a pelo sacamos la basura de los canales; nada usamos, “no hay presupuesto”, y así le entramos. (M.A. Balleno Martínez, comunicación personal, 22 de diciembre de 2018).

Una vez Isaac fue a ver que se acumulaban botellas en la compuerta donde se recibe el agua para el módulo (Quirio), y esa vez fue montones de botellas de plástico, de vidrio y de todo, y entonces una vez que fuimos para allá a ver si había limpiado Isaac, y nos encontramos un pomo, era un frasco y se me ocurre romperlo... y salió un olor fétido, fétido y <¿qué será?...> y nos tapamos, y con una varita vimos que era un feto... un feto, y no una solo vez, sino dos veces encontramos así esa situación con la basura que sacaba Isaac. (D. López Gómez, comunicación personal, 22 de diciembre de 2018).

Yo no recuerdo la fecha, pero si me dedicaba a sacar el montón de basura, y no se notaba nada, uno sin saber. Yo dejaba el montón de basura ahí. Nosotros íbamos a revisar si ya estaba todo limpio, pero la curiosidad mató al gato, y que rompemos el pomo. Y tuvimos que llamar a protección civil, era un ser humano, un algo. (I. Albor G., comunicación personal, 22 de diciembre de 2018).

No sólo sacábamos basura, también animales, yo una vez saque un caballo también. Muchas veces los tiran al canal y ya. Los tiran en un rancho, y el agua se las va llevando y ya uno lo saca más adelante. (N. Ruíz Calderón, comunicación personal, 22 de diciembre de 2018).

La problemática de la conducción del agua, el más problemático es el canal Joconoles, porque es el que atraviesa todas las poblaciones, y la más problemática es el municipio de Tarímbaro (sic) porque tenemos una parte de Álvaro que también agarra Joconoles, lo primero, de Quirio hacia el calvario. La problemática es del municipio de Tarímbaro, porque ahí están los poblados más continuos, y todo lo que es basura lo echan al canal, le agarra a la mano..., es el canal más conflictivo para la conducción del agua. (F.J. Fonseca Tercero, comunicación personal, 22 de diciembre de 2018).

Sacamos una vez... (cuerpo). Al chamuco le tocó ver otro cuerpo... (N. Ruíz Calderón, comunicación personal, 22 de diciembre de 2018).

Yo mis experiencias en ese sentido han sido más fuertes porque he llegado al grado de que me amagan con armas de fuego. En una ocasión un señor de Téjaro no contento con amagarme e insultarme, me tiró, me pateó, bueno... me humillo de una manera que no debería ser, porque debe haber un respeto como humano que somos, y todo se debe a que a la mesa directiva le falta carácter para tomar cartas en el asunto. (M. Pérez Siete, comunicación personal, 22 de diciembre de 2018).

Son problemas con las personas que no quieren que les aventemos lodo, que por que pasan por ahí con sus niños y carros, pero ¿a dónde lo echamos si ya invadieron lo federal?, y uno no haya dónde echarlo. (N. Ruíz Calderón, comunicación personal, 22 de diciembre de 2018).



Ilustración 34. Cadáver retirado de los canales de riego por un operador de máquina. **Nota.** Foto compartida por un operador de maquinaria, 22 de diciembre 2018.



Ilustración 35. Invasión de los canales de riego en Uruétaro. **Nota.** Fotografía de las visitas de campo.

El contraste entre la caracterización fisicoquímica y la caracterización cualitativa es relevante porque se complementan como análisis integral para conocer en qué condiciones se lleva a cabo el manejo del agua durante la apropiación del metabolismo rural. La primera se basa en criterios más generales y cuantificables que son capaces de mostrar una parte de la realidad, y parciales si no se analiza su impacto en el ambiente y la sociedad; además, es un referente que debe incorporar otros parámetros, ya que, si el ICA es una base para conocer la calidad del agua en México, realmente se están omitiendo parámetros importantes como la materia flotante, lo cual cambiaría la percepción social del problema. La segunda profundiza el sentir de los afectados, así como de los esfuerzos y recursos económicos que implica hacer fluir el agua por los canales de riego.

La caracterización cualitativa del agua deja ver que el manejo del agua contaminada es una realidad crítica, y que el margen de decisión de los productores en su parcela es limitado (gestión del agua). Significa, además, problemas de salud, muertes, no aprovechamiento del *potencial productivo*, y altos costos para que el agua llegue hasta la parcela como PHU. El costo del agua que el agricultor paga a Susi al inicio del ciclo agrícola refleja una serie de procedimientos que la convierten en un satisfactor de mayor valor económico, desde la perspectiva de Veraza (PHU), pero contradictoriamente es un satisfactor al cual no se le reconoce tal valor, ya que no se expresa en un ingreso digno como se verá adelante. La cuestión es que se trasladan costos de difícil cuantificación, desde el metabolismo urbano e industrial hacia el metabolismo rural, que el no se reconoce.

En resumen, la apropiación del agua en el módulo de riego ha significado un traslado de costos hacia los agricultores, así como para el agricultor en lo individual (Ilustración 36). De hecho, no pueden pagar los costos hasta un nivel donde la infraestructura esté en condiciones adecuadas para conducir el agua hasta las tierras, motivo por el cual la llamada *eficiencia* que define el Estado es inalcanzable, asumiendo que se desperdicia agua, cuando en realidad no se contabiliza el trabajo que los agricultores agregan al agua para convertirla en un satisfactor con límites por las características de calidad discutidas. El resultado es una serie de problemas que cada agricultor enfrenta en su parcela, con residuos que generan malos olores, apariencia desagradable, enfermedades cutáneas, entre otras consecuencias. En sí, se está pagando por un satisfactor nocivo que, como se verá adelante, realmente tiene un costo superior, que no puede reflejarse en el mercado.

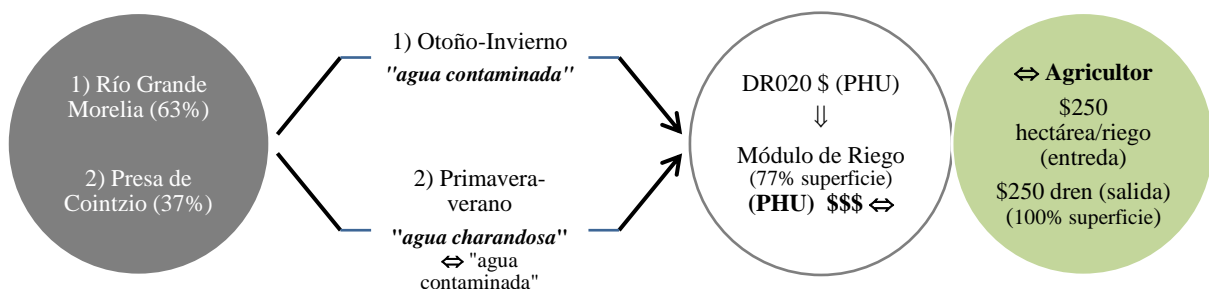


Ilustración 36. Apropiación del agua en el módulo de riego III. *Nota.* Elaboración propia.

5.2.2. Transformación del agua contaminada a monocultivos

La calidad del agua limitó la producción de alimentos para el autoconsumo por el riesgo de ingerir patógenos como son los coliformes fecales. Al agricultor que solía regar su parcela con agua charandosa, no le quedó más que adaptarse o dejar de trabajar sus tierras. De haber sembrado todo tipo de cultivos, como *agrosistema milpa* que permitía una dieta variada y nutritiva, la producción se redujo significativamente a granos y forrajes, siendo el maíz, trigo, sorgo, alfalfa, garbanzo, cártamo, cebada y avena sus opciones;⁸² se consideran cultivos que “no implican un riesgo a la salud”, al ser alimentos no frescos que pueden ir sin riesgo para el ganado y consumo humano, lo cual está en tela de juicio por el paquete tecnológico empleado hoy día.

Este cambio significó que el margen de decisión para organizar la producción se adaptó a lo que las autoridades en materia hídrica y sector salud les señalaron; se restó poder de decisión al agricultor (autonomía), ya que no pudieron ejercer de una manera libre e independiente su fuerza de trabajo. Así, se evitaban brotes de enfermedades como el cólera, asociadas a patógenos causantes de problemas intestinales serios. Hoy día se sabe que en general se respeta esta restricción, no obstante, la necesidad de los campesinos es tal, que algunos rompen la regla y siembran legumbres, de otra manera no podrían obtener un pequeño ingreso.

⁸² En las estadísticas de agricultura del distrito de riego 020 (desde 1997 hasta 2015) se reportan dichos cultivos en la lista de mayor producción, en ese orden (con algunas variaciones), de mayor a menor productividad, respectivamente; el maíz es el principal de todos, superando al sorgo y trigo con alrededor del 30%, y el resto de cultivos se manifiesta por debajo. En los ciclos agrícolas atrás, se observa la misma tendencia, aunque también se nota mayor diversidad de cultivos como hortalizas y frutas.



Ilustración 37. Transición de la agricultura tipo agrosistema al modelo agroindustrial. **Nota.** *Elaboración propia.*

Aquí los argumentos que demuestran lo anterior:

Cultivábamos todo, garbanzo, trigo, avena, cebada, lenteja, maíz, frijol, habas, hortalizas, todo, todo, todo, camotes, jitomates, chiles, tomates. Todo nos respondía la tierra, de todo lo que le pusiera. Nos echábamos la mano en la comunidad con todo. (E. Mora Marroquí, comunicación personal, 5 de noviembre 2018).

Yo todavía usaba agua charandosa pa' tomar, agarrábamos una hoja de maíz para tomar el agua. (...) sembrábamos chiles y jitomates, maíz, calabacita, frijol, cilantro, rábano, zanahoria. (F. Pastor García, comunicación personal, 8 de noviembre de 2018).

El agua llegaba muy sana, muy bonito que se regaba todo, no había tanta enfermedad más que nada porque las tierras no se envenenaban. Ahora las tierras se hacen menos fértiles, y necesitan más químicos para ayudarle. (R. Chávez Zavala, comunicación personal, 9 de noviembre de 2018).

Nos íbamos a la parcela con mi papá, cultivábamos maíz, chiles, chilacas, jitomates, calabazas, todo poníamos. Ahorita sólo avena y maíz. (E. Alvarado Barrera, comunicación personal, 24 de noviembre de 2018).

No podemos poner alguna verdura. Hasta pa' estas plantas (granos y forrajes) no ha de ser buena esa agua. En las aguas baja menos sucia, y hay tiempos donde baja más aceite. (A. Espinosa Calderón, comunicación personal, 24 de noviembre de 2018).

Cultivábamos tomates, cebollas, tomates, chiles, repollo, cilantro, todo teníamos aquí. Las familias salían a trabajar y cosechar con el agua charandosa. Y cuando llegó el agua negra, nos advirtieron < ¡no más verduras!, y si plantan o siembran no se puede>, y sí lo hicieron, ¡una rastra grandota y ¡ámonos!... y ya hiciste tu gasto, pues ya lo perdiste. Se los advirtió. Ellos saben que es una contaminación grande esto, por eso lo prohibieron. (J. Corona Alvarado, comunicación personal, 15 de noviembre de 2018).

En la restricción no se consideró que la labor del agricultor implique contacto con esa agua, para lo cual no se tomaron medidas desde el gobierno. Cada familia asumió este problema

como pudo, y la alternativa de producción se cerró a únicamente a granos y forrajes. El *potencial productivo* de las tierras se redujo de manera importante como se muestra en la ilustración 37. Desde el punto de vista climático y edafológico, Tarímbaro y Álvaro Obregón son tierras variadas y fértiles, históricamente muy productivas (Ávila, 1999), pues la región se encuentra en el intervalo del trópico, de alta *productividad primaria* y de variedad de suelos, por ello la restricción de siembra significó un atraso socioeconómico a nivel regional; los agricultores identifican hasta cinco tipos de suelos: colorada o charandosa, negra, salitrosa, volcánica, blanquizca y tepetate.⁸³

Aunque la contaminación del agua ha sido un parteaguas en la manera de producir, se ha observado que el *modelo agrícola moderno* pudo introducirse exitosamente en el valle, tal vez independientemente de la crisis ambiental; desde la revolución verde con su auge en los setentas y ochentas, el sistema tradicional de siembra fue decayendo. Los productores que tienen la ventaja de regar con pozo (23% de la superficie del módulo)⁸⁴ adoptaron también el modelo de monocultivo, de granos y forrajes. La siembra de otros cultivos no les da confianza si no tienen manera de recuperar algún mínimo ingreso, porque el mercado es cambiante. También hay quienes lo hacen para sostener su ganado, que en los últimos años va en descenso, frente a grandes empresas de capital privado de carnes y lácteos que acapararon el mercado. No obstante, en el municipio de Tarímbaro, este tipo de agricultor mantiene el cultivo de hortalizas.

Usualmente se emplean paquetes de productos “innovadores” para la siembra que, de acuerdo al ingreso, hay quien tiene la posibilidad de gastar más en un gran paquete. Quienes tienen

⁸³ Esto coincide con un estudio etnoedafológico que realizó Martínez Trinidad (2001), quien integra además el suelo negra salitrosa y parda. Desde el punto de vista de la biología, es posible encontrar diversidad de flora y fauna, lo cual lleva a pensar en una región altamente productiva.

⁸⁴ El manejo de los pozos está a cargo de los ejidatarios o pequeños propietarios. Existen de 39 a 45 pozos, equivalente a 12,451,438.8 m³ que se distribuye de acuerdo al tamaño del ejido. En un principio, los pozos se pensaron como una fuente de agua de auxilio que debía estar a cargo del módulo de riego, pero no ocurrió así, por alguna razón los agricultores tienen mayor participación, y se prestó, en algunos casos, a que los representantes legales se apropiaran del pozo, dejando excluidos a otros, como ocurrió en el ejido del Venado; hasta hoy, ese pozo se volvió privado y la gente riega con agua rodada contaminada. Otro caso más lamentable, la empresa refresquera más conocida a nivel mundial pudo comprar derechos de esta fuente de agua. También hay ejidos bien organizados que han sabido cuidar su pozo de manera cooperativa, como es el caso del ejido Plan de Ayala y del ejido de San Pedro los Sauces. Por otro lado, el manejo del pozo depende de subsidio de CFE, ya que los costos de extracción (PHU) son superiores al riego con agua rodada, que se cobra por hora de riego, de alrededor de \$500/hora, y el riego a veces dura hasta 10 horas dependiendo la superficie. A pesar de que el manejo está a cargo de los particulares, el módulo de riego ha venido pagando el derecho de agua, de alrededor de \$280,000.00 anual, según por PHU en la CONAGUA (se desconoce los conceptos); este costo lo han pagado en mayor medida los que riegan con agua rodada.

menor capacidad económica también los consumen, aunque en menor medida; en los departamentos de desarrollo rural se facilita el acceso a dichos productos, sin restricciones de uso o precaución de los efectos a la salud, principalmente para evitar brote de plagas, las cuales son muy comunes en el valle por a ruptura de la cadena trófica. También existen casos de quienes emplean insumos como el estiércol (si tiene ganado es un gasto menos), por lo que el consumo de químicos es menor, aunque de los plaguicidas son necesarios por ahora.

Por otro lado, el agricultor accede al agua de acuerdo a la superficie con la que cuenta. La división de la tierra en el módulo oscila desde menos de una hectárea, hasta máximo 50 hectáreas, de mayor (más del 90%) a menor porcentaje (alrededor 1%) de usuarios, respectivamente; estos últimos, además de concentrar mayor tierra, acceden a mayor volumen de agua respecto al resto de usuarios, y tienden de manera voluntaria al modelo moderno agroindustrial, lo que no ocurre con la mayoría que responde al modelo campesino.

Del total de usuarios registrados (del padrón del módulo), ha habido una subdivisión de la parcela hasta en un 40%, ya que se ha cedido el derecho a familiares, o se han vendiendo a terceros una parte de sus tierras, y con ella el derecho de las aguas, que puede ser a otro agricultor, y en menor medida, a alguna inmobiliaria (en Tarímbaro principalmente), esto último en los casos de los herederos que ya no quieren o no pueden trabajar la tierra. La ilustración 38 muestra lo antes señalado, donde predomina el intervalo de 1 - 1.99 hectáreas, con el 30% de los miembros del módulo, seguido del intervalo de <1 ha con el 23%.

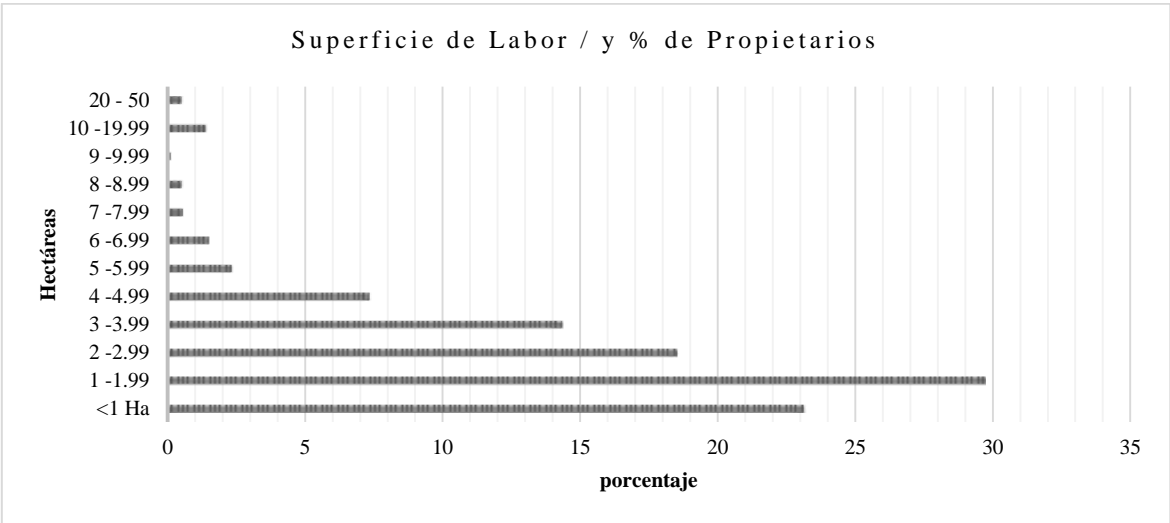


Ilustración 38. División de la tierra, y rangos de superficie de trabajo. **Nota:** *Elaboración propia con base en el padrón de usuarios del MRH*

Cada agricultor consume aproximadamente 2000 m³/ha riego (o menos considerando de 19-16 cm. de lámina), más o menos dependiendo del tipo de suelo. Todos los cultivos demandan un solo riego en general, pero en año seco puede requerir un riego de auxilio, cuando hay mayor *evapotranspiración*.⁸⁵ Con excepción, la alfalfa demanda hasta 5 riegos en promedio; hay suelos más húmedos que otros, y eso hace la diferencia en el volumen. Por otro lado, no hay sistemas de tecnificación en general, más que en algunos ejidos de área de pozo como San Pedro de los Sauces, y recientemente en el ejido de Chehuayo. El DR020 considera que este es necesario la tecnificación, no obstante, los agricultores dudan y rechazan los proyectos, pensando que se verán más afectados económicamente.

Observando el gráfico más a detalle, entre el 7% y 14 % de los usuarios (de 2500 usuarios) tienen una superficie de trabajo promedio de 4 ha, que fue la dotación recibida en el reparto agrario, con la que las familias iniciaron. Sin embargo, con paso del tiempo esta superficie fue dividiéndose entre más miembros de la familia. La ilustración también indica que pocos usuarios concentran la mayor cantidad de tierra. Quienes tienen ese derecho a la tierra son principalmente pequeños propietarios, aunque también hay quienes tienen menos de 1 ha. En consecuencia, su derecho de agua se incrementa respecto al resto de agricultores. Suele haber conflictos porque estos productores tardan en pagar su derecho, lo que atrasa los trabajos del siguiente ciclo agrícola. Entre los directivos del módulo, señalan que es difícil recibir los pagos a tiempo de estos productores. En contraste, hay quienes tienen menos tierra de trabajo y recursos, y son los que cubren los pagos con mayor responsabilidad.

Otro aspecto relevante es que la tierra la trabaja uno o dos miembros de la familia, el mismo propietario y uno o dos de sus hijos. Además, dependiendo de la capacidad económica y superficie, se solicita de uno a tres jornaleros que colaboren en la parcela. O bien, hay relaciones de cooperación entre agricultores para los diferentes momentos del proceso productivo, desde la preparación de la tierra hasta la cosecha, como un gesto de reciprocidad. Por ejemplo, pocos cuentan con maquinaria que facilita el trabajo y que ponen a disposición

⁸⁵ La planeación es parte del trabajo del módulo de riego, porque así se distribuye el bloque de agua por ciclo, para no dejar sin agua a los productores. Por ejemplo, en el ciclo 2017-2018 se destinaron cinco riegos para 1200 ha de alfalfa, un riego para cada cultivo de garbanzo, trigo, avena y cebada en 1230 ha, 1 riego para maíz en 450 ha, y 1 riego para sorgo en 250 ha. Además, se planea el riego de auxilio para 2430 ha en caso de ser año seco, que se destina para estos últimos dos cultivos (proveniente de la presa de Cointzio).

de uso, mientras que otros ceden su fuerza de trabajo durante la aplicación de productos para el mantenimiento del cultivo, como ayuda mutua.

Por otro lado, algunos agricultores se dedican a pedir en renta o rentar tierras. Algunos motivos, los propietarios se fueron a trabajar como migrantes, o bien, hay quienes no pueden trabajar (por la edad) y deciden rentar sus parcelas; también hay mujeres viudas que poseen el derecho a la parcela por parte de su esposo al fallecer. Esta situación preocupa a los agricultores de edad mayor. En otros casos, también se deja la responsabilidad a los hijos, quienes ya no se coordinan bien con los agricultores adultos. Levantar tierras es una oportunidad de trabajo adicional para el agricultor activo, lo que le permite un ingreso más.

Tenemos muchas viudas, y no tenemos quien nos eche la mano con esas viudas. Eso se necesita una petición ante la procuraduría agraria, ante el registro agrario nacional, ante la autoridad más superior con esas gentes que sí lo necesitan. (...) Hemos tenido un problema también muy fuerte en la comunidad de onde ya se han separado ya los ejidatarios primordiales, ya no queda ni uno. Este ya es pura gente nueva, por los mismos ejidatarios viejos que le dieron la facultad al hijo para que representara sus derechos agrarios, y ahora no nos podemos entender con esos muchachos porque no quieren ingresar a la responsabilidad. (E. Mora Marroquí, comunicación personal, 5 noviembre 2018).

En los casos que se logra la renta de la tierra, se intenta establecer un acuerdo entre el agricultor activo y quien renta la tierra, con el fin de recibir ambos un ingreso; hay quienes enfrentan el riesgo compartido, si se gana o se pierde ambos lo asumen, aunque en menor frecuencia. Y hay quienes, a pesar de los eventos climáticos adversos o mal pago de la producción, deben cubrir la renta de la tierra, porque el que renta espera su pago (viudas). Para los agricultores que han podido levantar grandes extensiones, esta opción es viable porque su ingreso mejora, siempre y cuando no se presenten siniestros, porque así también es el impacto.

En otro tema, dentro del padrón de usuarios el 76% aproximadamente son hombres y el 22% mujeres; existe un tercer tipo de propietario como instituciones escolares o gubernamentales sumando un poco más del 1% (Ilustración 39). Esta porción es similar en Tarímbaro y Álvaro Obregón, observándose que el acceso al recurso tierra y agua se centra en el género masculino por encima de las mujeres, del 76% y 23%, respectivamente. No se tiene un dato certero, pero de ese 23% hay mujeres que trabajan la tierra por su cuenta o con su esposo, y eso contribuye al ingreso familiar.

Desde el punto de vista de la gestión del agua, las mujeres propietarias no forman parte de la asamblea de delegados en el módulo, porque hasta hoy ese rol de poder lo llevan en su mayoría los hombres. Sería apropiado incorporar las opiniones de las ejidatarias a las asambleas. Hasta hoy, ellas forman parte sólo de las mesas ejidales como encargadas de las secretarías o del manejo de recursos monetarios, y no se conoce alguna de ellas que haya tenido participación en las asambleas; en una ocasión se le vio llegar a una representante secretaria, quien atendió la asamblea con reserva de opinar sobre los asuntos que se trataban.

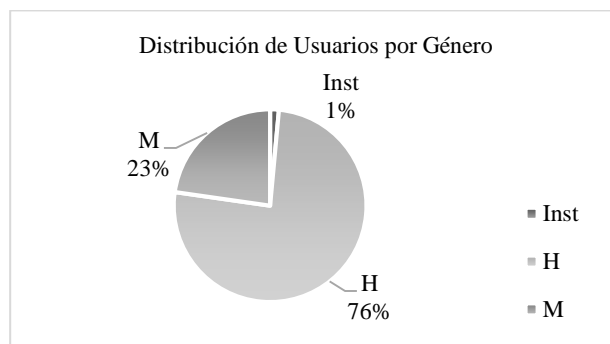


Ilustración 39. Distribución de propietarios de la tierra de acuerdo al género. **Nota.** *Elaboración propia con base en el padrón de usuarios del MRHII.*

Cambiando de tema, en lo que respecta a los costos de producción en la parcela, es importante mostrar algunos números de referencia, para contrastar con la venta en el mercado. Los cultivos han requerido diferentes niveles de esfuerzo (horas), desgaste de maquinaria o apoyo de animales de carga, semillas, y cantidades variables de insumos de origen orgánico o inorgánico. El cultivo incorpora una serie de costos para transformar los recursos naturales en valores de uso, entre ellos los PHU.⁸⁶

Por ello, se llevó a cabo un ejercicio con algunos agricultores de Téjaro para conocer los costos de producción. Se tomó como referencia 1 ha de maíz, en el ciclo primavera-verano, ya que es uno de los cultivos de mayor interés. En la Tabla 23 se muestra la estimación de los gastos en insumos y procedimientos, con un gasto aproximado de \$14,650.00. Se integra el pago por derecho del agua (PHU), como canales y drenes. Lo que no se incorpora (monetariamente) son las horas de trabajo en la parcela, ni las que el campesino dedicó a acondicionar los canales internos del ejido, y los surcos de su parcela para recibir el agua.

⁸⁶ En el caso de los agroindustriales, sin duda se emplea trabajo asalariado en el trabajo de la parcela, que requiere avivar canales interno y zanjas, o sistemas más avanzados de riego. Ese gasto estaría contemplado en los costos de producción, mientras que, en el caso del campesino, su trabajo no tiene un valor monetario como auto pago.

Tampoco el tiempo de riego, ya que no existe un precio para ello, no por eso es menos importante, al contrario, tiene un gran valor, y que el productor menos aún recupera.

Posteriormente, se contrastó este ejercicio con otros agricultores, encontrando similitud en procedimiento e insumos, aunque hubo quienes estimaban mayores gastos, hasta por \$25,000.00. Para cultivos de otoño-primavera como la avena, el costo es alrededor de los \$8,000.00. Y para la alfalfa como cultivo perenne, los costos son inferiores, ya que se pueden hacer hasta siete cortes en todo el ciclo, con menor gasto (sólo regar, reavivar surcos, nutrir las melgas y poner plaguicidas), por ello que los productores siempre la prefieren por encima del resto de cultivos. El ejercicio fue complicado, ya que para el agricultor no es necesario hacer cuentas, se desanima porque apenas si salen los costos, y ni siquiera se valora su trabajo.

Tabla 23. Estimación de costos de producción para 1 ha de maíz. Ejercicio realizado con agricultores de la comunidad de Téjaro, 5 agosto 2018.

Estimación de costos de producción de 1 ha de tierra / Maíz , con rendimiento aprox. 6 ton/ha								
Preparación de la tierra			Durante crecimiento del cultivo			Cosecha		
Actividad	Costo aprox.	Cantidad	Actividad	Costo aprox.	Cantidad	Actividad	Costo aprox.	Cantidad
Barbecha	\$1,400	1	Siembra	\$1,400		Trillada	\$1,500	1
Rastreo	\$1,400	1	Semilla	\$3,000	1 1/2 Bulto	Flete	\$200	1
Surcar	\$1,400	1	Fumigante	\$300	1 L / ha	<i>Total</i>	\$1,700	
Riego	\$250	1 Riego	<i>Pión</i>	\$500				
		2000 m ³ /ha	Fertilizante	\$250	6 bultos (50kg/bulto)			
Dren	\$250	1 pago	Escarda	\$700	1	Transporte	\$800	por semana
Pozo	\$500	En auxilio	Tabloneada	\$700	1	<i>Trabajo del agricultor</i>	----	12 horas/día*
<i>Total</i>	\$5,200		Herbicida	\$100	2 Litros			
			<i>Pión</i>	\$200		* Lunes-sábado. Domingo medio día.		
			Fertilizante	\$250	12 bultos	Julio-Agosto → Medio Tiempo		
			Fumigante	\$150	1 L / ha			
			<i>Pión</i>	\$200				
			Pajareo					
			Desagüar			<i>Total</i>	\$14,650	
			<i>Total</i>	\$7,750		<i>sin sueldo, ni transporte</i>		

Nota. Elaboración propia a través de un taller participativo con algunos productores de Téjaro.

En resumen, el manejo del agua contaminada limita la producción diversa de cultivos, pasando de un agrosistema altamente productivo hacia el monocultivo de granos y forrajes en un esquema moderno y hacia el mercado. No obstante, la contaminación representa un criterio parcial para decidir el modo de producción, ya que agricultores con una fuente de agua de pozo también adoptaron el modelo moderno o agroindustrial, en menor o mayor medida dependiendo sus ingresos. El cambio hacia el modelo moderno se interpreta como un atraso, no solo en términos productivos, sino en la posibilidad de que las familias sean autosuficientes (sustentabilidad), principalmente cuando se habla del campesino. Además, aunque la contaminación no sea un factor preponderante frente al mercado actual, resta potencial productivo y poder de decisión del productor.

Por otro lado, el agua y tierra son medios de producción, que al conjuntarse con la fuerza de trabajo del agricultor se producen cultivos. En el módulo de riego estos factores son variables, ya que no todos pueden acceder a dichos recursos de manera homogénea, que está en función de la superficie de tierra (y régimen de propiedad), así como de la fuerza de trabajo del propio agricultor (en términos de la edad y género), y de la posibilidad para incorporar miembros de la familia, o en su defecto, jornaleros. Los costos de esta labor también son variables, de acuerdo al paquete que empleen, pero suelen ser costos que difícilmente se recuperan.

5.2.3 Residuos de la actividad productiva agrícola moderna: excreción difusa

Durante el proceso productivo, mientras el agricultor riega su parcela e incorpora los distintos insumos, ocurre la dispersión de residuos de manera no controlada; una parte se integra al cultivo, pero el resto se va diluido con el agua. Son descargas de nutrientes como el fósforo (P) y nitrógeno (N), plaguicidas y herbicidas que se dispersan en los canales y drenes de riego. Representa un flujo de salida de la parcela, de difícil o imposible cuantificación, ya que los contaminantes tienden a dispersarse en el ambiente, causando daños incalculables a otros sistemas, como el acuífero, la salud humana, flora y fauna, entre otros.

Estimar el impacto de la excreción o contaminación difusa implica dificultades. Una aproximación es mediante los costos de conservación, donde se usa gran maquinaria (y energía fósil). Arriba se presentaron algunos datos al respecto, de gastos hasta por \$2,500,000.00/ciclo agrícola, que incluso pueden superar los \$8,000,000.00/ciclo agrícola, considerando la óptima posibilidad de conservación que usualmente no se logra. Cuando se

busca la apropiación del agua, los agricultores cubren los costos para remover todo tipo de residuos, entre ellos, el exceso de lirio acuático, que crece a una velocidad tal, que cuando ya se limpió casi el 100% de canales y drenes, la planta ya se proliferó de nuevo, impidiendo el paso del agua para iniciar otro ciclo. Dicho gasto lo cubren la mayoría de los miembros del módulo, independientemente si son campesinos o de tipo agroindustrial; estos últimos generan mayor excreción de agroquímicos respecto a los campesinos que usualmente emplean estiércol, o no tienen suficientes ingresos para adquirir un gran paquete agrícola (por suerte).

Por otro lado, no es posible distinguir en qué porcentaje contribuye cada residuo excretado al ambiente, y que se refleja en el gasto que asumen los agricultores como módulo y en lo individual. Por un lado, la descarga de aguas residuales de la cuenca alta, y por otro, la que ellos mismos realizan en su parcela a través de los insumos que incorporan a su tierra (de manera heterogénea). Lo observado es que el lirio acuático es el dominante frente a otros residuos, que curiosamente sirve de filtro de otros contaminantes en los canales, evitando que éstos lleguen al lago de Cuitzeo; esto se puede ver en los parámetros de calidad del agua arriba mostrados (punto de muestreo L. Cuitzeo). De hecho, agricultores de la parte baja como Carrillo Puerto reciben un agua relativamente más diluida de contaminantes respecto a los de El Venado o los de Uruétaro (los más cercanos a la derivadora en Quirio).



Ilustración 40. Río Grande de Morelia a la altura de Carrillo Puerto, y la saturación de lirio acuático. **Nota.** *Fotografía de las visitas de campo.*

Aquí sí estamos jodidos. Llega el lirio hasta unos dos kilómetros pa´ atrás con todo y su porquería. Si sufrimos mucho con el agua. Antes cuando llegamos aquí, era muy bonito, era agua de la presa de Cointzio, agua charandosa, agua amarilla, la gente se bañaba aquí en el canal, *no había lirio*. (M. Soto Ferre, comunicación personal, 24 de noviembre de 2018).

Considerando la Tabla 23 de los costos de producción, un agricultor puede llegar a usar hasta 18 bultos de fertilizante (50kg/bulto), equivalente a 900kg, 2L de fumigante y 2L de herbicida para 1 ha de maíz, lo cual es variable dependiendo del suelo y la posibilidad económica del productor. Al respecto, un productor del Calvario, de los pocos dedicados a la agricultura de conservación (ingeniero agrónomo), sostiene que del 100% de fertilizantes arrojados a la parcela, de un 40 al 60% se convierten en contaminantes. La causa es por desconocimiento del propio agricultor, pero sus suelos han perdido fertilidad con el tiempo (salitrosos), y no se sabe qué residuos lleva el agua de riego, y así, cuánto nutriente artificial poner.

Ahora, los productores hacen un uso no adecuado de nutrientes y otros tóxicos como el glifosato o paraquat, prohibido en países como EUA, ya que muchos desconocen alternativas para evitar plagas y la infertilidad de sus suelos.

No sabemos al día de hoy cuál es la contaminación que tienen los suelos, de la contaminación por parte de esas aguas (de la cuenca alta); sí sabemos que los suelos tienen sales de sódicas, y estas te hacen bloqueos de nitrógeno, estamos en un círculo vicioso, al momento en que yo como productor no tengo bien claro cuáles son las contaminaciones que tiene mi suelo, y al no saber, yo aplico mis fertilizantes, los cuales no son aprovechados al 100%, estamos hablando que las sales de sodio bloquean la asimilación de nitrógeno, y pues yo ¿Qué me gano con tirar trecientas unidades de nitrógeno por hectárea?, si en realidad del 40-60% se va a desperdiciar, y ¿A dónde van a ir a dar? a los cuerpos de agua como el Lago de Cuitzeo, y ¿Qué es lo que va a hacer estos arrastres de nitrógeno? aumentar el lirio, entonces ahí la CONAGUA gasta más recursos en limpiar, en mantener estos cuerpos de agua, y el productor gasta más recursos en un fertilizante que no se aprovecha al cien, y que no lo hemos corregido, que es la contaminación de los suelos agrícolas. (R. Alcaraz Andrade, comunicación personal, 2 de diciembre de 2018).

Por su parte, CONAGUA no regula el uso de este tipo de residuos. En el artículo 96 de la LAN se hace mención de este tipo de contaminación, y que habrá normas que cumplir. No obstante, solo ha quedado en papel, pues estos productos de la agricultura moderna se venden sin restricción alguna, dejando a las libres fuerzas del mercado que fluyan, sin reconocer los impactos, pero los vendedores se basan en las “buena prácticas agrícolas como medio preventivo de afectaciones”, lo cual es insuficiente. Entre lo más lamentable, la salud de los campesinos y jornaleros con casos de cáncer de columna, y de la población alrededor. El mismo productor enfrentó a personal de la dependencia sobre la contaminación:

Yo les decía en una reunión a los de la CONAGUA <a ver, ustedes no resuelven el problema que hay de la contaminación en el valle, porque supuestamente ustedes no les queda claro el impacto que tiene esta falta de no atender esta problemática, pero finalmente el impacto le está pegando en la salud, porque ¿Dónde creen que se comercializa la leche, la carne, el maíz que se consumen en la ciudad de Morelia? regresa, se las devolvemos nosotros, entonces, ya no digamos el uso de los herbicidas, pero ahí entramos a otro tema mas serio (...) (R. Alcaraz Andrade, comunicación personal, 2 de diciembre 2018).

Si no hubiera plagas no los usaríamos. El foliar no trae mucha química, pero el insecticida, necesita uno tapabocas, y llega uno con dolor de cabeza. Hay muchos papás inconscientes que llevan a sus hijos chiquitos de 12 años y los traen ahí con el insecticida (sic), eso no, yo mis hijos nunca no. Es veneno, eso a lo mejor les perjudica en el futuro. (M. Soto Ferrer, comunicación personal, 24 de noviembre de 2018).

En el 1er foro del agua realizado en Tarímbaro (octubre de 2018), se abordó el problema del uso de agrotóxicos y la salud pública. Se invitó a un toxicólogo de la UMSNH, quien expuso los riesgos del uso de estos productos para la población. En ese contexto, no tardaron los ataques a los agricultores ahí presentes quienes, un poco desconcertados, contestaron más tarde en las mesas de debate, comentando que eso era una consecuencia del agua envenenada, un agua que estaba matando la tierra y las familias, ya que muchos de ellos fueron orillados a usar los productos tóxicos para no dejar caer sus parcelas.

(...) las tierras están emplagadas, tiene uno que meterles insecticidas, revuelto con el maíz. Va cayendo a la tierra pa' que mate la plaga de la tierra abajo, químicos. Nomás ese año me descuidé tantito, ni siquiera había visto como había dejado la plaga de maíz, en nada. Ya tenía jiloteando, y de repente lo vi morirse, y pasó un aire y la tumbo. Pero la plaga es tremenda. Se lleva parejo, entonces para librarla se necesita de perdis otros \$2000 o \$3000 para meterles insecticidas. No había antes plagas, dicen muchos que por los fertilizantes y pesticidas. Ya ni sabe uno..." (G. Castro Arellano, comunicación personal, 11 de febrero de 2019).

Aunque el escenario es crítico, existen agricultores que mantienen sus parcelas con estiércol, y algunos pocos lo hacen mediante técnicas de la agroecología. En los últimos tiempos, agricultores de Álvaro Obregón se capacitan con los extensionistas de SAGARPA (hoy SADER), quienes les ayudan a preparar foliares supermagro a base de estiércol y otros insumos biodegradables. Para ellos, es una alternativa para sus alfalfas y evitar la agricultura química porque reconocen que los productos que venden en el mercado están afectando a la población. Darse cuenta de ello es un avance para evitar la exposición a los tóxicos, y de sus animales, lo que además beneficia a los consumidores futuros y al ambiente. Sin duda, un avance desde la perspectiva de la sustentabilidad.

Al conocer este caso, se compartió el tema con otros agricultores entrevistados quienes, interesados por aprender, solicitaron alguna capacitación de la técnica. Comentaron que hace

falta saber más sobre ello, ya que en los últimos ciclos agrícolas han experimentado malos ratos: por un lado, los siniestros climáticos, y por otro, que el costo de insumos va incrementándose, dejándoles menos oportunidad de ingreso para su familia y muchas deudas.

En síntesis, la actividad agrícola que impera en el valle se basa en insumos que propician una excreción difusa (contaminación difusa), sin restricción alguna. Tiene impactos incalculables, ya que este tipo de excreción se esparce de manera no controlada. La contribución es mayor de quienes se basan en el modelo agroindustrial, y en menor medida en los de tipo campesino que recurren al estiércol o alternativas preparadas de la técnica agroecológica; pero el costo por PHU por conservación es igual para ambos. La eutrofización es un problema que se refleja en los gastos para conservación de canales que, a través de grandes máquinas que operan con bastante energía fósil, remueven todo el lirio acuático. Es un gran esfuerzo que se diluye a la vuelta del siguiente ciclo, ya que es una plaga de rápida expansión. Curiosamente sirve como humedal (no natural), lo que evita que el lago reciba una gran masa de residuos de la cuenca alta.

Lo lamentable es que los agricultores y jornaleros estén expuestos a tóxicos, y que son distribuidos sin control. A pesar de que a los productores se les señala como responsables (“de manera homogénea”, lo cual no es verdad), lo cierto es que se le ha orillado a ello, en parte por la contaminación del agua, y además por la exitosa expansión del modelo agrícola moderno. No obstante, es alentador ver pequeñas experiencias de agricultores preocupados y ocupados en aprender nuevas prácticas agrícolas libres de esos insumos. Tal vez no sea suficiente aún, pero habría que motivar la capacitación para aprender otra forma de relacionarse con la parcela, en la medida de sus posibilidades.

5.2.4 La venta de monocultivos y la sobreoferta

Ahora, el agricultor está frente al mercado, una mediación a través de la cual espera recibir un ingreso por la venta de los cultivos (excedente).⁸⁷ En esta fase del metabolismo rural, el agricultor normalmente destina hasta el 90% de su producción para el mercado. Visto esto desde el agua, el agricultor pagó derechos para 4 ha de avena o garbanza, equivalente a \$1,250.00 de PHU, pero no se consideran las horas que dedicó para acondicionar sus canales

⁸⁷ El agricultor de tipo agroindustrial esperará una ganancia, porque su lógica es la acumulación de capital. En el caso de los agricultores observados, sólo una minoría (con la mayor concentración de tierra, mediada), estarían en esta lógica. No escapan algunos minifundistas con esta perspectiva u horizonte.

internos y otras tareas, varias horas de trabajo que no aparecen en la cuenta. El productor está intercambiando aproximadamente 7200 m³ de agua transformada (suponiendo que por cada riego son 2000m³) por un valor en términos monetarios, y recibe un ingreso con el cual debe cubrir el derecho de agua del próximo ciclo, entre otros gastos pendientes, pero sin recuperar el trabajo dedicado en la parcela como PHU.

Lo anterior no puede ser analizado de manera parcial, ya que otros insumos se combinan con el agua en la parcela. Entonces, si se retoma el ejemplo del maíz, el productor deberá pagar \$250/riego, y \$250 por drenes, este último una sola vez al inicio del ciclo. En la Tabla 24 se muestra una estimación de acuerdo al número de hectáreas, en la cual se presentan los costos de producción y el pago por cada tonelada (en el mercado), de alrededor de \$3,300.00. El resultado es un ingreso variable, insuficiente si el agricultor quiere iniciar otro ciclo. De hecho, la mayoría solicitan crédito para iniciar el nuevo ciclo agrícola como deuda que generalmente no logran responder a tiempo.

Los agricultores afirman que el gobierno los abandonó, ya que no tienen un precio de garantía que les permita recibir un mejor pago por sus productos. En el mercado, no alcanzan a recuperar el costo no sólo de los insumos, también se les paga una cantidad que no es equivalente a todo el esfuerzo que dedicaron como PHU en su parcela, es decir, al valor real del agua contaminada a la cual agregaron tiempo y esfuerzo para poder consumirla en sus tierras. Prácticamente los agricultores trabajan y sobreviven para pagar las deudas.

En el mercado la competencia es casi nula. Los acaparadores están bien organizados, tienen el acuerdo de no pagar más de una cierta cantidad (\$3,300.00 - \$3,500.00), cerrando todas las puertas al agricultor que, por la urgencia de sacar su producto antes de que se pudra por la lluvia o porque no tiene área de almacén, decide cederlo al precio que le imponen, no como acuerdo compartido, sino como ley; hay quienes comentan que esos precios vienen desde la bolsa de Chicago.⁸⁸ Además, el comerciante no le paga en el momento, sino hasta que tenga el dinero en mano, lo que retarda el ingreso para el productor. En el peor de los casos, la producción de los cultivos genera una sobreoferta, que motiva la caída del precio, independientemente del costo de producción.

⁸⁸ Influencia del capital financiero y su ámbito de competencia donde se especula con el precio de granos como trigo, maíz, soya y otros.

Tabla 24. Ingreso aproximado de la producción de maíz, y deuda para iniciar un nuevo subciclo agrícola.

Maíz → 6 ton/ ha aproximadamente						
Superficie	< 1ha	1 ha	2 ha	3 ha	4 ha	5 ha ⁸⁹
% agricultores	23%	30%	19%	14%	7%	2.3%
Costo de producción	\$7,325.0	\$14,650	\$29,050	\$43,450	\$57,850	\$72,250
La compra \$3,300/ton	\$9,900.0	\$19,800	\$39,600	\$59,400	\$79,200	\$99,000
Ingreso semanal	\$2,575.0	\$5,150.0	\$10,550.0	\$15,950.0	\$21,350.0	\$26,750.0
Ingreso mensual*	\$429.17	\$858.33	\$1,758.33	\$2,658.33	\$3,558.33	\$4,458.33
Ingreso diario*	\$14.31	\$28.61	\$58.61	\$88.61	\$118.61	\$148.61
Restando PHU del siguiente ciclo	\$2,075.0	\$4,650.0	\$9,800.0	\$14,950.0	\$20,100.0	\$25,250.0
Deuda del siguiente ciclo **	-\$4,750.0	-\$9,500.0	-\$18,500.0	-\$27,500.0	-\$36,500.0	-\$45,500.0

* Ingreso en el ciclo primavera-verano. Otoño-invierno se estima con base en avena, garbanza, trigo, y se suma a la del maíz. ** suponiendo que, de su ingreso, se podrá reiniciar un nuevo ciclo, restando costos de producción (que varían año con año por el alza de costos en insumos).

Nota. *Elaboración propia a través de un taller participativo con algunos productores de Téjaro.*

Los agricultores de autoconsumo logran circular el agua y su esfuerzo como PHU para la familia. Del mismo modo que cuando tienen ganado, usan estiércol y lo regresan a su parcela, incluso bajan de manera importante sus costos, aunque también la cría de ganado implica otros gastos. Obtienen, además, otros productos como la leche o carne para su consumo, y venden sus excedentes. Colateralmente, los agricultores se dedican también al comercio, compran otros granos y salen a vender junto con sus productos; de alguna manera, el ser comerciante en mercados locales es una alternativa para recuperar sus costos, aunque a veces con pequeños inconvenientes porque les cuestionan sus precios.

Yo vendo mis cosas. Yo los vendo. Bendito dios ¡sí vendo! Llevo 40 años en el mercado independencia. El maíz pozolero tiene un precio más alto, el de color también lo sembramos porque tiene un precio más alto. Yo llevo mis semillas bien limpias, y lo doy un peso o dos más carillo, es trabajo pues. (...) Es un gasto tremendo, y cuando uno lleva sus semillas a Morelia, dicen < ¡hay señor por qué me lo da tan ca...!?, ¡ay señora si supiera cuánto nos

⁸⁹ Para los intervalos superiores no se realiza el cálculo. No fue posible contrastar con otros productores.

cuenta, ni decía nada porque si en verdad nos cuesta mucho dinero> (G. Castro Arellano, comunicación personal, 11 de febrero de 2019).⁹⁰



Ilustración 41. Agricultor de Tarímbaro comerciante en la ciudad de Morelia. *Nota.* Fotografía de las visitas de campo.

Por otro lado, existe el caso de una organización de productores, liderada por una ingeniera conocida de el ejido El Calvario, quien ha establecido convenios con empresas para recibir un mejor precio, pero son pocos los productores del módulo de riego que participan con esta persona, en general cada productor establece el intercambio de manera independiente con el acaparador, lo que le resta poder recibir un precio más justo por su grano.

En general, el ingreso que el agricultor recibe por la venta de su cultivo es limitado para recuperar sus costos, el valor de su trabajo como PHU y aunque logre recircular un poco más sus productos para el autoconsumo, es insuficiente para pagar de nuevo el derecho del agua. De este ingreso (valor de cambio) se espera que una parte regrese con Susi (en las oficinas del

⁹⁰ El caso concreto de este campesino sale de la unidad de estudio, que no pertenece al módulo de riego. El entrevistado es del municipio de Tarímbaro, de la parte donde se abastece del Río de Chiquimitio (que ya presenta problemas de contaminación). Se decidió entrevistarle porque es de los pocos campesinos identificados que por cuenta propia vende sus productos en el mercado local, con dificultad para que se le respete un precio de venta.

módulo) para reiniciar un ciclo agrícola más, si es que le pagaron la producción a tiempo. Así que, cuando le va mal al agricultor, tampoco le va muy bien al módulo, porque éste último tiene la expectativa de recibir el 100% de los pagos para consumir el bloque completo, un ingreso que se recircula para la conservación y operación (PHU).

En conclusión, cuando sale la cosecha, el agricultor se enfrenta al mercado. Su expectativa es recibir un ingreso a cambio de sus cultivos, de tal magnitud que le permita volver a iniciar otro ciclo, y pagar algunas necesidades. No obstante, esta posibilidad pasa por la oferta y demanda, y como la producción de grano y forrajes es masiva en el valle (sobreoferta), la recuperación de costos de producción se dificulta. Los acaparadores, por su parte, están bien organizados y pagan lo que les permita percibir la mayor ganancia posible. En este contexto, al productor, en general, se le resta casi todo su esfuerzo y el agua que tenía por derecho. Sin embargo, quienes se organizan consiguen mejor precio, o quienes deciden recircular (campesinos) o vender por cuenta propia (como campesino comerciante) pueden alcanzar mejor ingreso.

5.2.5 Consumo indirecto del agua: cultivo e ingreso

En general entre los productores aproximadamente se destina el 10% de su producción al autoconsumo, con la esperanza de que el 90% se recupere en el intercambio de sus cultivos. El agricultor dosifica el consumo de su producto cuando tiene manera de recircularlo en el mismo circuito familiar (ganado), o guarda en almacén para posteriormente venderlo cuando el precio en el mercado se levante. Además, el porcentaje que se guarda para autoconsumo es una fuente de energía que se reserva y alcanza muy poco para sobrellevar el ciclo.

Una familia que cultiva tres hectáreas, una familia de cinco personas, no se mantiene al año. Cada ejidatario tiene varias parcelas, pero entre ellas son algunas de temporal, y son cosechas malas por siniestros. (...) Pero si esta parcela de tres hectáreas, te da treinta toneladas, y de esas te dan \$120,000.00, poniendo el grano a \$4,000.00 (que el año pasado estuvo a \$3,300.00 el maíz blanco), de esos \$120,000.00 el costo de operación por hectárea es \$19,500.00. Si le restamos a esa lana ¿Qué nos va a sobrar?, ¿cree que pueda vivir todo el año esa familia? ¿Crees que le dé el estudio a su hijo? pues es lo que el productor cada vez se desmotiva pues... (F. Calderón Chávez, comunicación personal, 30 de octubre de 2018).

En ese sentido, más o menos el 10% del agua se queda en la familia, y el resto ya forma parte de otra cadena de valor. Con la modificación de la política hídrica, la agricultura de subsistencia pierde todo derecho al agua de manera indirecta (cultivos). Se trata de un *despojo de agua*, que ocurren en la apropiación, más aún cuando entregan (legalmente) aguas

residuales. El derecho humano al agua como derecho constitucional queda sin garantía por el Estado neoliberal. Las familias que siembran monocultivos y que dependen más del mercado son más vulnerables económicamente ante la crisis hídrica, que cuando vivían con el fruto de su propio esfuerzo a través del *agrosistema milpa* (autoconsumo).

Una anécdota de mi abuelo. Cuando ellos recibieron el ejido en el 33, (...) se empieza a repuntar las familias, empiezan a ser personas autónomas, ya trabajan en lo suyo, le dan credibilidad a la familia, les dan una esperanza a los hijos de poder salir adelante, ya no depender del pago de las haciendas. A partir de esas fechas surgen los pueblos, y los ejidos se organizan. Creo que independientemente de cómo se organicen a la fecha, ha sido bueno porque están sobreviviendo. (...) Cuentan que en ese tiempo había que comer... y empieza el desarrollo interno de los ejidos, la infraestructura, las regaderas, canales, caminos, todo eso se empieza a organizar. Antes se sembraba mucha legumbre por que daba las facilidades de que el agua era más buena (...). La tierra les dio mucha esperanza a las familias, les dio que comer, les dio autonomía, les dio una autoridad para que las comunidades fueran creciendo por medio de las autoridades ejidales; llegan las escuelas, llegan hasta los panteones, llegan centro de salud, llegan los maestros (...). El ejido ha sido un gran pionero del desarrollo de todas las comunidades. (F. Calderón Chávez, comunicación personal, 30 de octubre de 2018).

A pesar de la política hídrica y de la política agroalimentaria en México, se ha observado que entre agricultores persisten valores comunitarios, y comparten alimentos para el consumo. Por ejemplo, en el ejido Tarímbaro donde se cultivan hortalizas, existen este tipo de relaciones de reciprocidad cuando hay mala racha de venta. Pero también, hay casos como Palo Blanco donde es poca la unidad entre productores, lo que desmotiva las relaciones de cooperación.

Por su parte, los agricultores que no recurren de manera frecuente al mercado y tienen los medios para hacer circular el producto al interior de su circuito familiar, logran un poco más la autosuficiencia. Son familias de edad adulta mayor que se apoyan de sus hijos migrantes, por lo cual, su ingreso mejora. De hecho, si aún se sostiene la agricultura de subsistencia es por las remesas. Los campesinos pueden mantener activas sus parcelas, y ellos mismos se sienten bien porque aún pueden trabajarla. Para ellos, estar trabajando en su tierra les hace felices, se sienten útiles y capaces, les llena de satisfacción tan solo el hecho de estar en su parcela, como herencia de sus padres.

Otra razón por la que no abandonan la tierra, a pesar de los bajos ingresos, es que no habría manera de conseguir otro trabajo, la edad es un criterio de rechazo social que ellos mismos reconocen. Por otro lado, y muy importante, es que siempre han vivido de la parcela, son personas de campo que disfrutaban su labor, que más que una propiedad es una herencia que con

mucho esfuerzo dejaron sus padres o abuelos, en muchos casos por la lucha agraria. Valoran su parcela, y muchos rechazan la venta de la misma a menos que no se tengan alternativa.⁹¹

Muchos han vendido sus tierras, y a mí me dicen ¡véndeme! No mano..., se me pegan muchos los dichos, por ejemplo, *no vendas la tierra*, la tierra es nuestra madre porque el día que le pones algo ahí, algo te va a dar, la tierra te está manteniendo. Póngale que no tengas casi nada, pero la tierra te da varias cosas pa' comer. Y Muchos sí venden sus tierras. (...) Y yo digo ¡No la vendo! El campo es bendito al campo, yo amo el campo. El que no trabaja se muere de hambre, pero si le pone empeño y ganas, la tierra te da que comer, el campo es bendita la tierra que dios nos dio. (...) Pero es bonito el campo. Yo del campo compre aquí donde vivo, hice esta casita, ¿no sabe con qué trabajo! (...) Empecé en el 63, con un kilo de cebollas, la crie en la tierra. G. Castro Arellano, comunicación personal, 11 de febrero de 2019.

El trabajo es un derecho humano, y un satisfactor para el agricultor, así mismo, los medios de vida, la tierra y el agua, que deben garantizarse en cantidad y calidad adecuadas. En la economía rural sustentable es posible el autoconsumo de una diversidad de alimentos, y donde el campesino entrega con agrado su fuerza de trabajo para ver crecer a su familia. Sin embargo, el circuito natural entre agricultor y la naturaleza se fractura, estableciéndose una relación insustentable, y no por voluntad del agricultor, sino por el contexto del mercado y también por la contaminación de sus aguas.

En resumen, el uso de agua (indirecto), a través de los cultivos o ingreso que se recibe por su venta, no cubre las necesidades de la familia. Esto es variable como se ha señalado, ya que en áreas donde se siembra hortalizas, es factible el autoconsumo e intercambio con otros sin necesidad de dinero. En contraste, en las áreas de riego rodado (77% superficie del módulo) el autoconsumo se reduce al 10%, pero incrementa si se recircula en la familia e incorpora para el ganado. El metabolismo rural se ha transformado de tal forma que los agricultores son parte de una gran cadena de valor, en la que ellos son la base, pero a su vez, son los trabajadores con mayores carencias, porque, aunque siguen siendo propietarios de su parcela, el fruto de su trabajo se va como el agua entre sus manos.

De alguna manera, ello es resultado de la promesa de que el modelo agrícola moderno traería mayores rendimientos, lo cual es cuestionable ante la pérdida de cadenas tróficas que propicia las plagas, menor fertilidad de los suelos, contaminación difusa y enfermedades, migración de familiares, y otros problemas sociales como la violencia. La alternativa a la crisis radica en la reorganización social y en la recuperación del saber agrícola tradicional, mediante la

⁹¹ En el ejido de Carrillo Puerto, cada 25 de marzo conmemoran la lucha agraria con un acto y fiesta en la comunidad.

apropiación de nuevas técnicas compatibles con los ritmos de la naturaleza como lo establece Leff (2005) y diferentes teóricos de la agroecología como Altieri y Toledo (2011).

Para concluir el subtema del manejo del agua, resta incorporar la siguiente tabla para visibilizar de manera general cómo se ha llevado a cabo el modo de apropiación del agua como PHU, bajo los atributos que define Toledo (1995, 1999), mismos que se han presentado en el capítulo II. La idea es resumir la manera en que los agricultores adscritos al MRIII, particularmente aquellos que responden a una racionalidad campesina, y riegan con aguas residuales sus parcelas, han incorporado elementos del modelo agroindustrial; afectados por el contexto capitalista como define Bartra (2006).

Tabla 25. Modo de apropiación del agua, con base en los atributos que define Toledo, adaptados al objeto de estudio.

<i>Atributos</i>	<i>Modo de apropiación del agua como PHU</i>
<i>Energía</i>	Uso de energía fósil en PHU (y producción en la parcela); gran maquinaria.
<i>Escala</i>	Minifundio; Acceso al agua en función de la superficie y permiso de cultivos (3.5 ha en promedio), de 2000m ³ /ha aproximadamente (y el tipo de suelo). En contraste, hay un bajo porcentaje de usuarios que concentra mediana superficie (0.5%), así como mayor apropiación del agua.
<i>Autosuficiencia</i>	Baja autosuficiencia hídrica y alto uso de insumos externos (energía fósil) para convertirla en un satisfactor (aunque sigue siendo nocivo, y no valorado en el mercado).
<i>Fuerza de Trabajo</i>	Familiar y comunitaria en la escala la parcela y el ejido. Asalariada en los PHU a nivel módulo de riego (indirecto).
<i>Diversidad</i>	Muy baja diversidad por la mala calidad del agua (riego rodado) y la política agroalimentaria (en cualquier modalidad de apropiación del agua).
<i>Productividad</i>	Baja productividad ecológica y energética por la calidad del agua y dependencia de agroinsumos tóxicos que restan fertilidad a los suelos.
<i>Desechos</i>	Alta productividad de desechos; contaminación difusa. Los campesinos contribuyen en menor medida respecto a los de tipo agroindustrial porque utilizan estiércol. Otros no tienen esta oportunidad. Y los del modelo agroindustrial contribuyen en mayor medida al desecho. Ambos pagan lo mismo por PHU de conservación.
<i>Conocimiento</i>	Campesino. No obstante, se desvalora al contacto con el segundo modelo. Varios campesinos tienden a apropiarse del conocimiento del segundo modelo.
<i>Cosmovisión</i>	El agua es un recurso fundamental, así como su parcela, que agradecen tener para trabajar, a pesar de las dificultades. Recuerdan y valoran el agua charandosa con la que se regaba hace más de treinta años, un agua que permitía la satisfacción de las necesidades.

Nota. *Elaboración propia. Se retoma a Bartra (2006) quien define a las unidades campesinas determinadas por el capitalismo en alguna medida, por ejemplo, en el modo de apropiación del agua como PHU (y la producción agrícola) (Veraza, 2007a; Toledo, 1995, 1999).*

Como podemos observar en el cuadro anterior, existe una racionalidad campesina que por el tipo de recurso hídrico que recibe debe conectarse al mercado para adquirir insumos de alto impacto ambiental y energético, así como para la venta de sus productos, y por ello adoptando un modelo “moderno” de manera parcial, sin embargo, prevalecen en los productores de manera importante: la escala de producción, las relaciones sociales de producción familiares y comunitarias, (a excepción del módulo de riego), el autoconsumo de algunos productos y la búsqueda de ingresos que complementen la satisfacción de las necesidades familiares, por lo que el concepto de *utilidad* o *ganancia* resulta inaplicable y por todo ello mantienen aún una forma campesina de producción.

5.3 Los eventos climáticos que destruyen el valor producido

El presente subtema tiene el propósito de abordar el segundo objetivo de investigación que corresponde conocer cómo se resuelve el manejo del agua ante los eventos climáticos adversos de los últimos tiempos en el MRIII. Para ello, se trata de retomar algunos argumentos que se abordaron en la apropiación del agua y el resto de momentos materiales, con el propósito de visibilizar cómo la variable clima acentúa la crisis por la contaminación del agua para el agricultor, principalmente cuando se manifiestan eventos fuera de la normal o expectativa de ocurrencia. La cuestión es analizar las condiciones climáticas que definen los términos de la apropiación del agua, así como de la transformación, dos momentos del manejo del agua donde se produce valor en diferentes niveles, y que cuando se presentan eventos climáticos adversos o atípicos el valor producido mediante procedimientos hidroútiles (PHU) se vuelve nulo.

Una de las principales amenazas para el agricultor son los fenómenos climáticos atípicos que, de hecho, afectan parcial o completamente los cultivos. La consecuencia, además, es que el esfuerzo de llevar el agua hasta la parcela y de realizar las labores agrícolas no se concretan en cultivos o ingreso alguno. De alguna manera, estos eventos han acompañado a los campesinos desde el comienzo de la agricultura en México,⁹² no obstante, se ha observado que en las últimas décadas cada vez son más frecuentes y destructivos, por ello, constituyen una amenaza que se define como un proceso de tercer nivel (García, 2006), y que el Estado debe contemplar y asumir en las políticas públicas de la región.

A diferencia de la crisis por la contaminación del agua para riego, que los agricultores internalizan a sus costos a lo largo del metabolismo rural, la variable clima aparentemente no tiene un responsable, tal como sí corresponde a los asignatarios y concesionarios de las aguas en la cuenca, quienes excretan un sin fin de residuos al río grande de Morelia. En el caso de los fenómenos climáticos, la responsabilidad recae en las fuerzas naturales que determinan la ocurrencia de precipitaciones extremas, sequías, u otro evento que afecta la economía del campesino. Cabe subrayar que, teórica y empíricamente, la actividad antropogénica fosilista, y específicamente el modo de producción y acumulación capitalista, es el responsable; se

⁹² Se sabe que la ocurrencia de fenómenos climáticos contribuye al trabajo en el campo, las lluvias de verano, la calidez de primavera, el frío suave de otoño, y el frío invierno, ya que coadyuvan para que las semillas germinen, las plantas se refresquen y crezcan, y se puedan cosechar a su tiempo.

manifiesta en la introducción de la agricultura moderna (agroindustrial) en los países subdesarrollados, y de otras actividades extractivistas e industriales de alta demanda energética fósil.

Los agricultores argumentan que diferentes fenómenos adversos los han acompañado desde que tienen memoria. Sin embargo, ellos perciben cambios importantes en el clima local y regional, y aunque pueda ser una opinión subjetiva por cómo cada uno de ellos concibe el ambiente y su comportamiento, el hecho es que experimentan vulnerabilidad a nivel de la parcela. Es decir, desde el momento en que el Estado les asigna su derecho de agua en cada ciclo agrícola para organizar su producción, y durante el crecimiento de los cultivos que tienen permitido (por motivos de inocuidad). En otras palabras, en el proceso de apropiación y transformación de la naturaleza y la fuerza de trabajo en valores de uso, tanto en el nivel de la organización MRH y en lo individual, respectivamente.

El ciclo agrícola se define, para el caso de los productores del valle, como un periodo en el cual se ocurre el abasto de agua y producción de granos y forrajes. La ventaja de las unidades de riego en la cuenca, a diferencia de las de temporal (verano, lluvias), es que pueden cultivar dos veces al año, ya que disponen de la presa de Cointzio para captar y trasladar agua hasta la unidad agrícola aguas abajo (PHU), aunque en condiciones precarias por la urbanización e industria. Cuando se cierra el mes de septiembre de cada año, el módulo de riego ya puede realizar su plan de riegos para el siguiente ciclo agrícola, debido a que ya se sabe de cuánta agua disponen para distribuir a los miembros en el subciclo primavera-verano. Y para iniciar el primer subciclo otoño-invierno, se abastecen de las aguas residuales de la ciudad de Morelia.

Además de que se tiene la restricción de siembra de cultivos, el margen de decisión para el productor se cierra aún más frente al factor clima. La alfalfa es un cultivo perenne que demanda hasta cinco riegos por ciclo agrícola (depende de las características de los suelos),⁹³ y para los productores que tienen permiso de dicho forraje, significa un ingreso de mayor ventaja en comparación con los monocultivos de trigo y maíz (entre otros), ya que la sobreoferta de estos últimos reduce su precio en el mercado. En cambio, la alfalfa es una

⁹³ Tipo de suelos reconocidos por los agricultores entrevistados en esta investigación: colorada o charandosa, negra, salitrosa, volcánica, blanquiza y tepetate; además, suelo negra salitrosa y parda (Martínez Trinidad, 2001).

fuentes de alimento para quienes aún sostienen ganado, incrementando un poco sus ingresos. Cuando disminuye la disponibilidad anual de agua, incluso la alfalfa se limita por la demanda de agua, lo que abre la puerta a conflictos entre trabajadores del módulo y los usuarios, principalmente con quienes buscan sembrar el forraje para alcanzar un mejor ingreso y no se les permite.

Antes de la crisis por la contaminación de las aguas en el valle, los agricultores narran que la producción era diversa y nutritiva, libre de químicos dañinos. El insistir en este tema significa que la producción agrícola estaba orientada hacia el modelo tradicional, al estilo milpa y de diversidad de hortalizas y frutos. Con la revolución verde en los setentas, la apertura comercial en los noventas y la contaminación del agua en el valle en los ochentas, el modo de producción agrícola se transformó de manera radical, tanto para los agricultores (campesinos) que enfrentaban la contaminación de las aguas para riego rodado, como para quienes disponían desde entonces de pozos profundos (ya transicionales o capitalistas). El metabolismo rural se transformó en una relación dependiente de la energía fósil, que se acentúa en los agricultores orientados a la agroindustria, respaldado por la política agroalimentaria y política hídrica.

Hoy en día, el consumo de energía fósil continúa en el nivel de la parcela, así mismo en el manejo del agua durante la conservación de la infraestructura agrícola (PHU). Antes de que se entregue el agua a los productores, una serie de maquinaria de corto y largo alcance remueve los residuos provenientes de las municipalidades e industrias (contaminación puntual), así mismo, se retira el exceso de lirio acuático que impide el paso del agua (contaminación difusa del modelo agroindustrial). En el trabajo de conservación, el módulo puede consumir hasta 66.906 m³ de diésel (emitiendo CO₂ a la atmósfera, gas de efecto invernadero), equivalente a un gasto total de \$920,028.00 pesos.⁹⁴ Y, a nivel de parcela, el agricultor consume diferentes insumos de origen industrial fósil (paquete agrícola), dependiendo de los recursos con que cuenta. Por ello, la dependencia energética fósil se acentúa, así como la precarización de la vida.

⁹⁴ El consumo de diésel es variable en cada ciclo agrícola, que depende de los ingresos por el pago de derechos de agua destinados a la conservación de la infraestructura. Los datos presentados son del ciclo agrícola 2017-2018; el precio del diésel partió en \$17.14 y cerró en \$19.80, lo cual impactó de manera negativa al módulo.

Desde la agroecología se afirma que el modelo agrícola moderno ha vuelto vulnerables a los campesinos ante siniestros climáticos (también a los agroindustriales), así como en términos de soberanía alimentaria. La cuestión es que los ecosistemas altamente transformados pierden *resiliencia*, o capacidad de resistir eventos fuera de la normal de ocurrencia. El impacto es material y emocionalmente devastador para el agricultor. Dicho de otra manera, no tiene elementos para responder a esos escenarios repentinos. Incluso los productores que destinan mayor recurso para el control climático, como por ejemplo la instalación de invernaderos (que no es el caso de los productores de valle) también son afectados.

Cada ejidatario tiene varias parcelas, pero entre ellas son algunas de temporal, y son cosechas malas por siniestros. Y las parcelas de riego se tiene una ventaja, siempre y cuando el tiempo de ayude, porque el factor tiempo es la cosecha, aunque le metas un gran paquete técnico, aunque le metas el billete, sino te ayuda el tiempo... caminas... te va mal. (F. Calderón, comunicación personal, 30 de octubre 2018).

Para comprender lo anterior, es necesario un breve análisis hidroclimático que comprende el polígono del módulo de riego, la presa de Cointzio y el Observatorio de Meteorología de la CONAGUA. En primer lugar, la precipitación tiene un comportamiento similar en las diferentes estaciones del MRIII. En la ilustración 42 se presenta la variación mensual para cada estación, observándose que entre junio y septiembre ocurre el riego de temporal y la captación de agua en la presa de Cointzio (para consumo del siguiente año); en las estaciones aguas abajo Morelia hay menor precipitación, principalmente en Álvaro Obregón. Además, cuando la lámina de precipitación es baja, desde finales de septiembre a finales de mayo (del año siguiente), tiene lugar el periodo de riego rodado, así como de extracción de agua subterránea, esta última fuente sólo para el 33% de la superficie del MRIII.

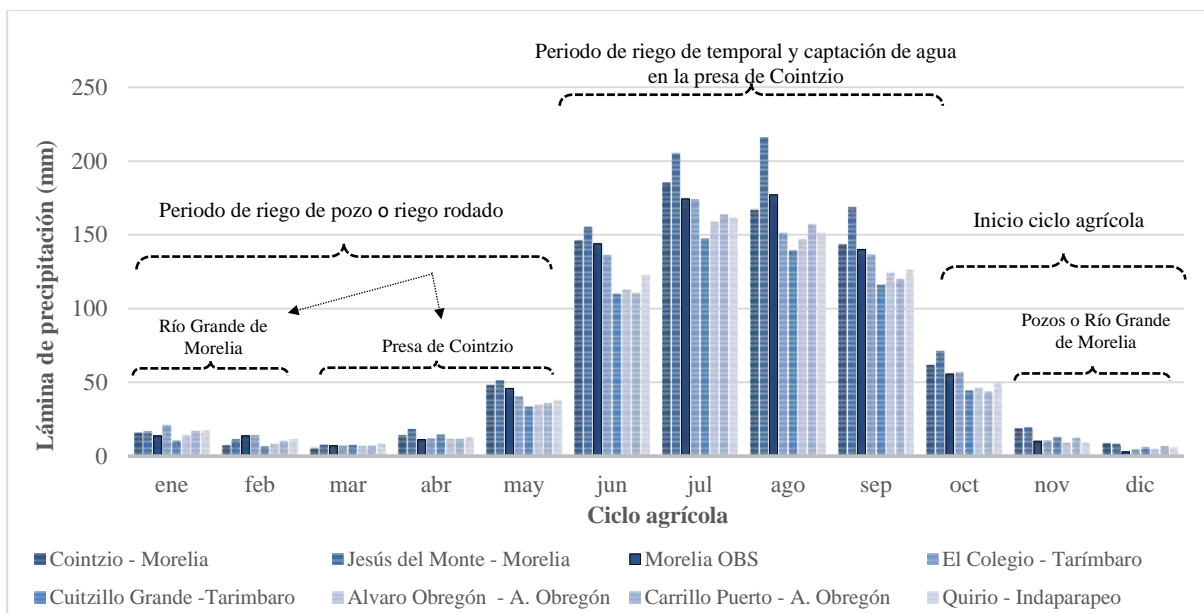


Ilustración 42. Precipitaciones en Morelia (al sur) y Observatorio de Meteorología, Tarímbaro y Álvaro Obregón, normales (1951-2010). **Nota.** *Elaboración propia con base en datos del SMN, estado de Michoacán, CONAGUA; R Core Team (2018).*

Como se puede observar, la variable precipitación determina la disponibilidad de agua en la cuenca del lago de Cuitzeo, así como del manejo de la misma por parte de la organización de productores. En términos de la apropiación, los productores agregan valor al agua a lo largo del ciclo agrícola. Al inicio con la conservación, y luego desarrollar el trabajo de distribución a las diferentes parcelas. En otro momento paralelo, el agricultor prepara los canales colectivos y las zanjas particulares. Y, en un segundo momento, el mismo productor aprovechará el agua en sus cultivos. Así, el agricultor seguirá transfiriendo valor al agua hasta el momento de la cosecha. Aguas arriba, en la obra de cabecera presa de Cointzio, también ocurre una transferencia de valor al agua. Los PHU comprenden el trabajo del personal técnico de la CONAGUA, trabajadores responsables del abasto de agua, desde que inicia el ciclo agrícola hasta que llegan las primeras lluvias. En cualquier nivel, el *valor del agua* es resultado de las horas de trabajo socialmente necesarias que los diferentes actores agregan al agua para convertirla en un valor de uso o satisfactor, valor que no se refleja al final del metabolismo rural (consumo o venta).

Ahora bien, si la temporada de lluvias fue favorable, el trabajo de todos los actores se expresa en forma más o menos positiva. Como resultado, a lo largo del ciclo agrícola se tendrá el agua necesaria para completar los dos ciclos productivos (otoño-invierno y primavera-verano). Para el caso de Jesús del Monte y otros ejidos de la cuenca baja, la oportunidad de riego rodado o

pozo no es posible, ya que sólo dependen del periodo de temporal; se espera que la temporada de lluvias llegue a tiempo y se levante a mediados de septiembre. Conforme se acerca el subciclo primavera-verano, las condiciones del manejo del agua cambian. Al elevarse la radiación solar sobre la superficie de la tierra, lo que significa una pérdida gradual de agua de los monocultivos (evapotranspiración), el agua de reserva de la presa de Cointzio se abre para el valle, una fuente de abasto imprescindible.

La evapotranspiración potencial (ETPc) es un flujo de salida del metabolismo rural que varía a lo largo del año. En ese sentido, y contemplando la transformación del ambiente de la cuenca, básicamente por la urbanización, la tala de bosques, el cambio de uso de suelo, y otras alteraciones del ecosistema, dicho flujo se acelera, es decir, la velocidad de pérdida de agua se incrementa. El resultado es mayor demanda de agua para los agricultores y otros usos en la cuenca. No obstante, también se encuentra un patrón de ocurrencia, considerando las temperaturas medias a lo largo del día y del año. Estableciendo un balance de masa, se muestra el escenario de *déficit hídrico* en el ciclo, observándose mayor pérdida de agua en los cultivos en los meses de marzo a mayo. En síntesis, en la tabla 26 se muestra un balance hidroclimático, y referencia importante para hacer notar los eventos climáticos atípicos.

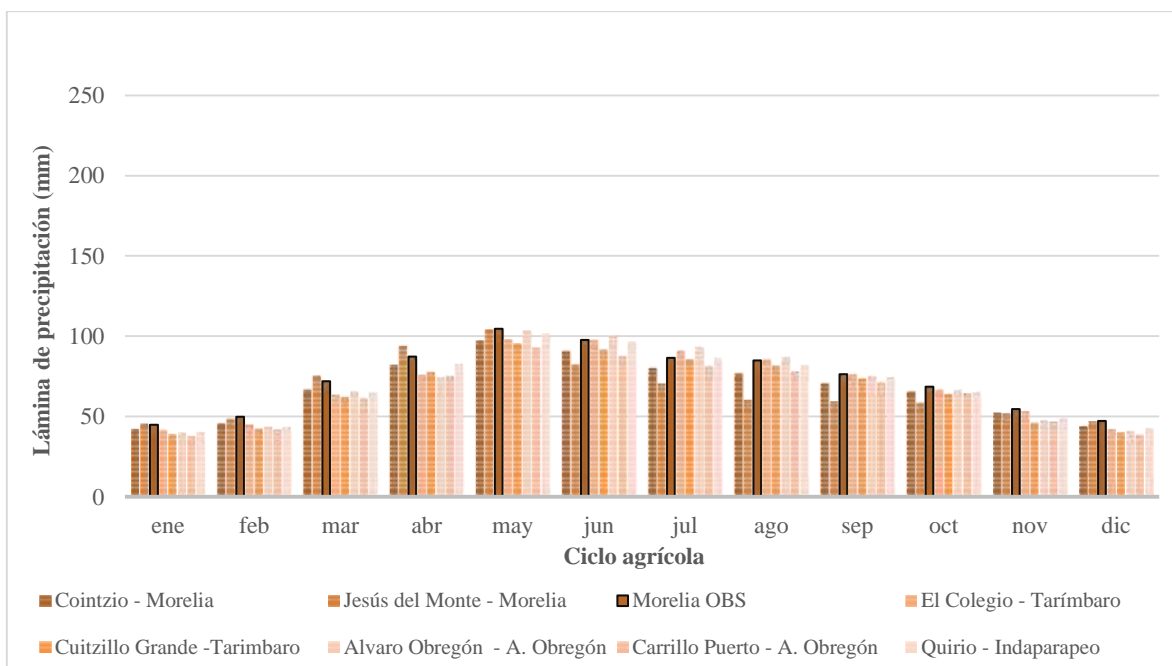


Ilustración 43. Evapotranspiración potencial en Morelia (sur), Tarímbaro y Álvaro Obregón, normales (1951-2010). **Nota.** Elaboración propia con base en datos del SMN, estado de Michoacán, CONAGUA. Análisis mediante el método de Thornthwaite y R Core Team (2018).

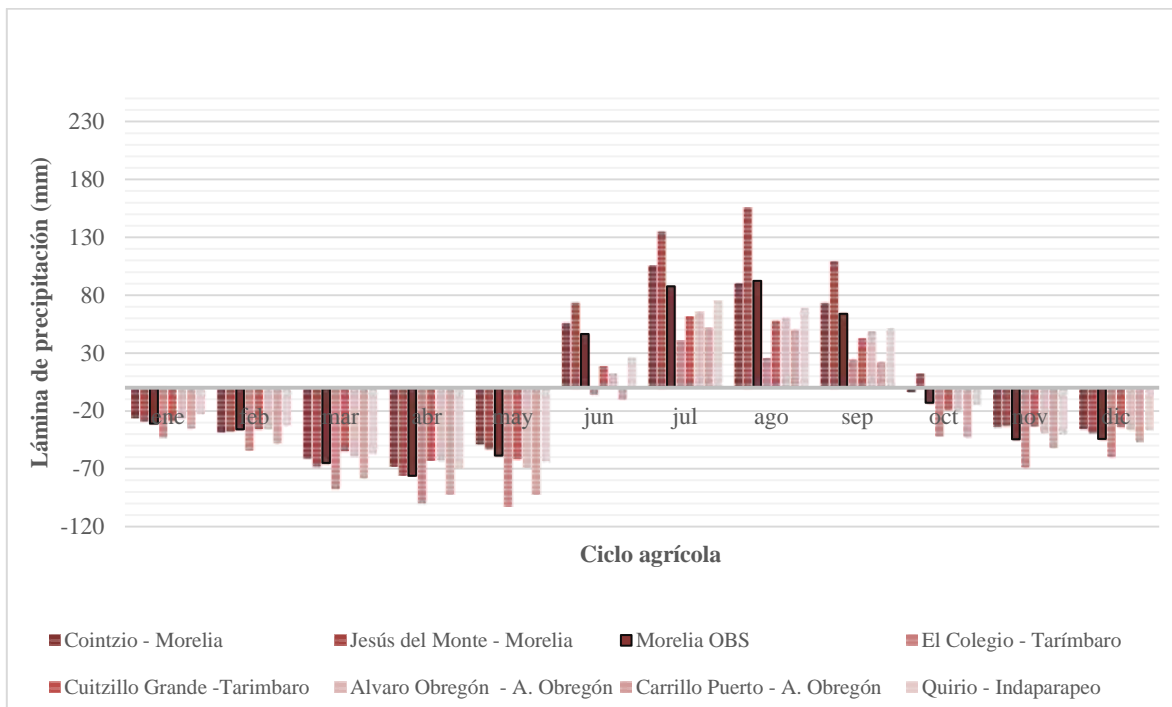


Ilustración 44. Déficit hídrico en Morelia (sur), Tarímbaro y Álvaro Obregón, normales (1951-2010). **Nota.** Elaboración propia con base en datos del SMN, estado de Michoacán, CONAGUA. Análisis mediante el método de Thornthwaite y R Core Team (2018).

Tabla 26. Balance hidrológico; entradas como precipitación anual, salidas como evapotranspiración anual, y déficit hídrico anual.

D.H.= P-ETPc	Estaciones de medición							
	Cointzio (16022)	J. Monte (16055)	Morelia (16080)	El Colegio (16512)	C. Grande (16028)	A. Obregón (16004)	C. Puerto (16016)	Quirio (16105)
P anual (mm)	822.8	951.6	796.5	766.6	649.2	679.7	696.8	715.7
ETPc (mm)	813.2	799.8	874.2	836.07	798.5	838.8	779.1	828.7
D.H. (mm)	9.5	151.7	-77.7	-69.4	-149.3	-159.1	-82.3	-113.0

Nota. Elaboración propia con base en datos del SMN, estado de Michoacán, CONAGUA. Análisis mediante el método de Thornthwaite y R Core Team (2018).

La tabla anterior además de ser útil para hacer notar los eventos climáticos atípicos, indica que de manera normal sale más agua como ETPc de la que entra como precipitación, y que conforme avanza hacia la cuenca baja se incrementa la pérdida de agua. Las estaciones Cointzio (16022) y la Jesús del Monte (16055) tienen un comportamiento contrario, aunque se acercan mucho los valores de entrada y salida. Por otro lado, las estaciones presentan un comportamiento similar para el caso de la precipitación, así como para la ETPc. Lo relevante de la tabla citada es que cuando se observaron los datos de los últimos ciclos agrícolas, desde 2016 a 2019 (disponibles), las normales de precipitación en la estación Morelia (16080) (referencia altamente representativa de las estaciones que comprenden el MR III), se encuentra un comportamiento fuera de la expectativa de ocurrencia, principalmente en 2018 y 2019 como se observa en la tabla 27; en 2016 de 741.3 mm, en 2017 de 903.9 mm, en 2018 de 1280.4 mm, y en 2019 de 607 mm (hasta agosto).

Tabla 27. Precipitación en la estación Morelia Observatorio (16080): comparación entre la normal y los últimos años (2016-2019).

Precipitación	Morelia (16080)				
	Normal (1951-2010)	2016	2017	2018	2019*
P anual (mm)	796.5	741.3	903.9	1280.4	607
año seco (mm)	-	-55.2	-	-	-189.5
Año lluvioso (mm)	-	-	+107.4	+483.9	-
* 2019 se recuperó hasta el último día de agosto. A 15 días de cerrar temporada de lluvias, como expectativa de ocurrencia.					

Nota. Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Observatorio de Meteorología, CONAGUA, Dirección Local Morelia, y datos del SMN. Análisis mediante R Core Team (2018).

Cabe resaltar el 2018, un ciclo que superó de manera alarmante la normal de precipitación con 483.9 mm más de lo esperado. Además, en la estación Morelia Observatorio (16080) se registraron eventos que tienen efectos negativos, como granizadas, chubascos, las lluvias

torrenciales, etc. Corroborando, dichos eventos y otros se registraron en el valle agrícola, aunque con variaciones que dependen de procesos convectivos localizados. Es decir, la ocurrencia de estos eventos varía de una zona a otra, y no siempre son comparables como se muestra más adelante.

La Secretaría de Desarrollo Rural y Agroalimentario (SEDRUA) en Michoacán también registró distintos eventos atípicos que denomina como “siniestros”. La institución de gobierno estatal ha destinado un recurso económico que va desde \$1,500.00 a \$2,000.00 por hectárea perdida, parcial o completamente. De acuerdo a los datos registrados, del ejercicio fiscal 2016 a 2018, los reportes corresponden a los eventos: helada, granizadas, sequía, lluvia torrencial e inundación significativa. Según personal de la dependencia, éste último evento es responsabilidad muchas veces de los mismos productores, porque no le dan mantenimiento a sus canales o drenes de descarga o equipos de bombeo, y esto provoca que se inunden luego de lluvias prolongadas.⁹⁵ La dependencia de gobierno visita las parcelas afectadas en acompañamiento de una empresa privada dedicada a tal actividad,⁹⁶ y así evaluar desde la perspectiva agronómica cómo se manifestaron los daños (Ver *anexo b* del capítulo correspondiente).⁹⁷

⁹⁵ El siniestro de inundaciones se cruza con el tema de la insuficiencia financiera del MRH. Al destinar hasta el 50% de gastos en conservación de infraestructura hidroagrícola por la contaminación de las aguas, el MRH no logra emprender proyectos de rehabilitación de canales principales, y mucho menos los ejidos tienen para cubrir los gastos de canales internos para mejorar el dren de agua (PHU). Cuando hay inundaciones, algunos agricultores recurren a la extracción de agua por bombeo, sumando así más gastos de combustible para retirar el exceso de agua. En el MRH son pocos los agricultores que tienen un equipo de bombeo, y cuando llega un siniestro como este, rentan o apoyan a otros productores. Sin embargo, es insuficiente para retirar el exceso de agua, lo que además se complica porque los drenes principales están saturados de lirio acuático.

⁹⁶ La empresa evaluadora Protección Agropecuaria Compañía de Seguros, S.A. (PROAGRO).

⁹⁷ *Granizo (origen: procesos convectivos y ciclones)*: Defoliación, fractura de ramas, golpes en las frutas. Efectos visibles a nivel anatómico.

Lluvia torrencial (origen: ciclones): Suelo saturado, sin lámina de agua visible que impide absorción de oxígeno en la raíz (no es posible la respiración). Marchitamiento, raquitismo, amarillamiento, muerte; aunque depende de la etapa fenológica, si es una planta chica el daño es más probable.

Inundación (origen: ciclones): Lámina de agua visible. Mismos efectos que el siniestro anterior.

Helada (origen: frente frío): Deshidratación, ruptura de células, tejidos, órganos, ramas; se forman cristales intracelulares (vacuolas), se congelan (el agua se expande por el cambio de densidad) y truenan la célula. Si el tiempo de exposición del cultivo a temperaturas bajas es prolongado, y la planta no es tolerante, sufriría dichos efectos. Los cultivos son tolerantes en función de los solutos en su estructura, lo que permite a unas plantas soportar (o no) las bajas temperaturas.

Sequía (origen: escasa o nula precipitación en verano): ocurre cuando un cultivo no recibe el agua necesaria durante los meses de esperanza o probabilidad de lluvia (junio-septiembre). Los efectos en el cultivo son marchitamiento, raquitismo, desfase de polinización, estigmas sin óvulos (no granos). Seguido de una sequía de este tipo, se esperan heladas tempranas.

Vientos (origen: cambios de estación): fractura de tallos, desarraigo, fractura de ramas, acame (plantas que se acuestan). Aun en cultivos del paquete tecnológico moderno, con invernaderos incluso, se presentan vientos que

Resultado del trabajo de SEDRUA, en 2016 se registraron sequías y un evento de granizada intermedio. En Tarímbaro, 59 productores pierden maíz y calabaza en etapa fenológica de reproducción y floración, esto en el periodo del mes de junio hasta mediados de agosto. En Álvaro Obregón, 306 productores reportan pérdidas de maíz y sorgo, de los cuales 234 fueron afectados por granizada, desde mediados de junio hasta el 20 de septiembre. En este último municipio se perdieron 977 ha de cultivo en etapa de reproducción y de desarrollo vegetativo.

En 2017 se registraron dos heladas, cuatro eventos de granizadas y días cortos de sequías. Al inicio del año, Tarímbaro experimentó una helada importante que afectó parcialmente cultivos de garbanzo de 71 agricultores, luego ocurrieron granizadas en los meses de junio y julio, y finalmente, días secos en agosto y septiembre, sumando así un total de 169 productores que perdieron maíz, garbanzo y papaya en ese año. En Álvaro Obregón, las granizadas ocurrieron en los meses de julio y agosto, y para cerrar el año una helada, que en total afectó a 207 productores.

En 2018 el comportamiento climático cambia respecto a los años anteriores, ya que prevalecieron lluvias torrenciales e inundaciones significativas, lo cual se corresponde con el análisis hidroclimático que se presentó arriba. No obstante, aunque el periodo de ocurrencia fue entre los meses que se esperan las lluvias, éstas se prolongaron hasta octubre conforme el registro, pero de acuerdo a lo observado en campo fue hasta mediados de diciembre. En Tarímbaro, 605 productores reportaron pérdidas de maíz y sorgo, afectando hasta 1,981 ha en etapa fenológica de maduración y cosecha. En Álvaro Obregón, 210 productores también pierden los mismos cultivos, pero en etapa fenológica de desarrollo vegetativo. En total se suman 815 productores, y 2467 ha dañadas parcialmente, 46% más que en los años anteriores.⁹⁸

Para demostrar la ocurrencia atípica de la precipitación, basta observar las siguientes gráficas. Se observa que la lámina de precipitación en 2018 se detuvo hasta finales del año. Y en el

arrasan todo. Este tipo de evento ocurre en los cambios de estación; normalmente durante una estación (invierno, por ejemplo) hay mayor estabilidad en los vientos.

Falta de piso (ciclones): Cuando la cosecha no se logra por el exceso de humedad en el suelo; la maquinaria (trilladora) no puede entrar al terreno. Se atrasa la cosecha y los granos se pudren.

R. Zenteno Reyes, comunicación personal, 9 de septiembre 2019.

⁹⁸ De acuerdo al mismo reporte de SEDRUA, a nivel estatal, alrededor de 31,010 productores reportaron 116,530 ha, parcial y completamente perdidas, de granos y frutas, en 2018. La región 03 Cuitzeo, a la cual pertenecen los productores de Tarímbaro y Álvaro Obregón, representa el 2.63% agricultores en Michoacán afectados.

presente 2019, han transcurrido los meses de junio hasta septiembre con precipitaciones limitadas (un año seco). De no haber llovido en la cuenca alta, en Morelia y Acuitzio, la zona agrícola habría experimentado mayor vulnerabilidad a la sequía como en el 2016 y 2017, en las zonas donde se tienen canales de riego. En contraste, y aunque no han salido los reportes oficiales, los cultivos de maíz de las áreas de temporal se perdieron por completo; hubo algunas lloviznas en 2019, pero fueron insuficientes para cosechar maíz de temporal del tamaño esperado (en la última etapa fenológica).

Por otro lado, en las mismas gráficas se muestran los eventos atípicos registrados desde 2016. En primer lugar, se presentan los registros de la estación Morelia Observatorio (16080) (hasta 2019).⁹⁹ Además, se muestran los reportes de la SEDRUA (hasta 2018). Cabe aclarar que los registros de SEDRUA son datos con base a los reportes de los ejidos, mientras que los datos de la estación Morelia Observatorio son datos que se van generando diariamente, por ello, confiables desde el punto de vista de la institución CONAGUA, una referencia del comportamiento climático para la cuenca media baja del lago de Cuitzeo. Los eventos que se muestran van en el siguiente orden: granizadas, lluvias torrenciales y heladas.

Antes de observar los gráficos, se quiere señalar que los datos que se recuperaron de la SEDRUA no necesariamente coinciden con los datos de la estación Morelia (16080), porque como se ha señalado anteriormente, existen procesos convectivos que no se registran de manera homogénea en el plano de la cuenca hidrológica, sino que son puntuales, y eventualmente podría abarcar un radio amplio dependiendo del fenómeno climático (formación de una gran nube, por ejemplo). Además, la fecha de ocurrencia de un siniestro puede estar relativamente distante de la fecha en que se reporta el siniestro, motivos por el que las flechas que se observan en los siguientes gráficos se presentan de manera distinta, y no coinciden.

En lo que sí se coincide es que SEDRUA reporta 2016 y 2017 como años donde hubo sequía, en mayor medida en 2016 que en 2017; esto se puede corroborar con el balance hidroclimático de la tabla 27. Así mismo, con el año 2018 de precipitación superior a lo esperado. Con 2019

⁹⁹ Para considerar la estación Morelia Observatorio (16080) como referencia del comportamiento climático de MRIII, fue necesario realizar un análisis de correlación, el cual se presentó en el capítulo III. El resultado fue que es altamente representativa para las variables climáticas de precipitación, temperaturas máximas y temperaturas mínimas. Para ver los resultados de dicho análisis, se recomienda ver el capítulo correspondiente.

no hay comparación, pero conforme a los gráficos siguientes fue un año seco (en el periodo de lluvias, entre junio y mediados de septiembre) en el MRIII.

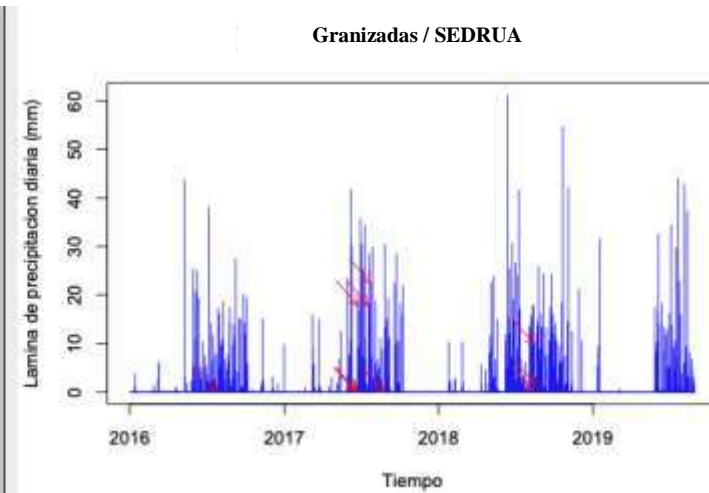
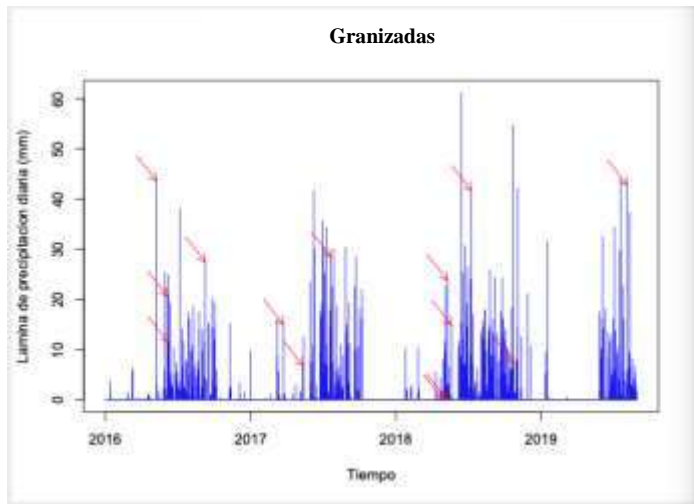


Ilustración 45. Precipitaciones en el periodo 2016-2019 y eventos con granizo (flechas); contraste entre la Estación Morelia (OBS) y los reportes de SEDRUA. **Nota.** *Elaboración propia con base en datos del área de Meteorología de la CONAGUA, Dirección Local Morelia, y datos de siniestros de SEDRUA; R Core Team (2018).*

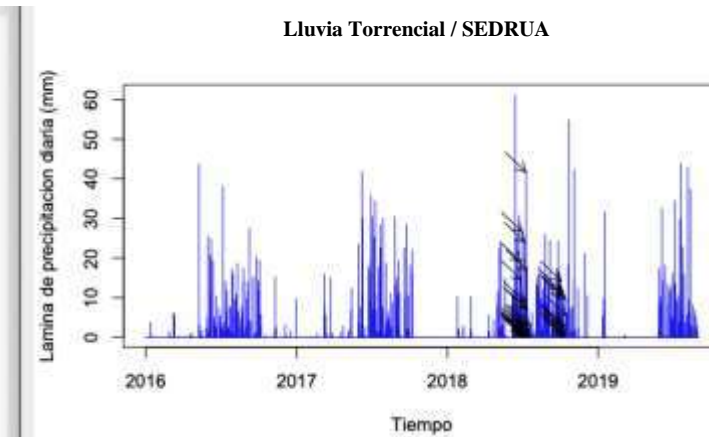
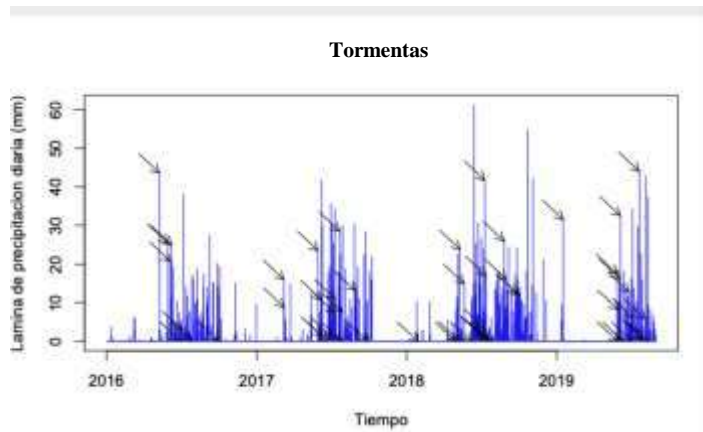


Ilustración 46. Precipitaciones en el periodo 2016-2019 y eventos de lluvias torrenciales (flechas); contraste entre la Estación Morelia OBS., y los reportes de SEDRUA. **Nota.** *Elaboración propia con base en datos del área de Meteorología de la CONAGUA, Dirección Local Morelia, y datos de siniestros de SEDRUA; R Core Team (2018).*

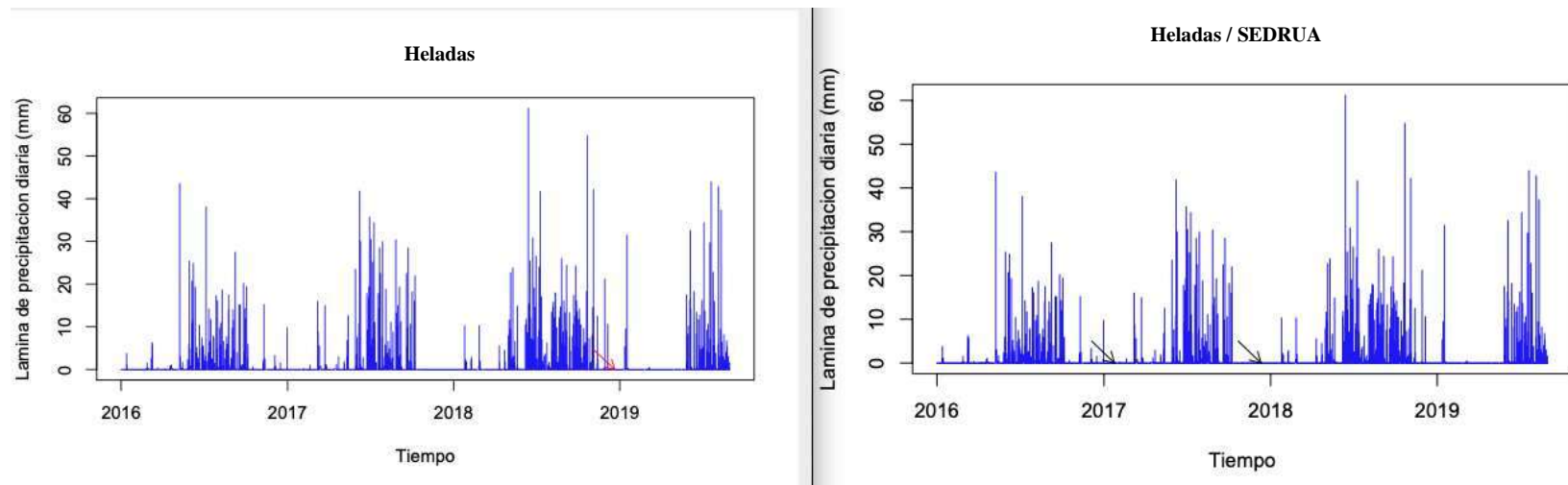


Ilustración 47. Precipitaciones en el periodo 2016-2019 y eventos de heladas; contraste entre la Estación Morelia OBS., y los reportes de SEDRUA. **Nota.** *Elaboración propia con base en datos del área de Meteorología de la CONAGUA, Dirección Local Morelia y datos de siniestros de SEDRUA; R Core Team (2018).*

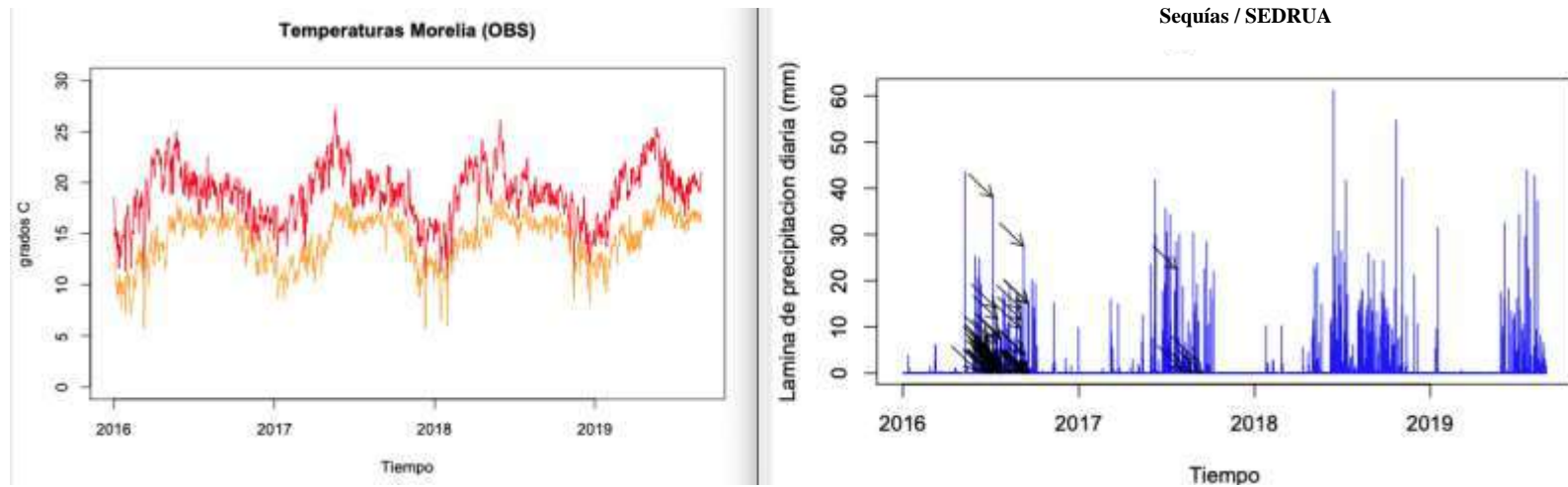


Ilustración 48. Temperaturas máximas y temperaturas mínimas en la estación Morelia OBS., (2016-2019). Y los eventos de siniestros por sequía reportados por la SEDRUA, en un periodo de precipitaciones (2016-2019). **Nota.** *Elaboración propia con base en datos del área de Meteorología de la CONAGUA, Dirección Local Morelia, y datos de siniestros de SEDRUA; R Core Team (2018).*

Para el caso de la sequía, se sugiere observar las oscilaciones de temperaturas (máximas y mínimas) de la ilustración 48, en el que se registraron siniestros en 2016 y 2017. Así también se recomienda comparar con el periodo de precipitación (con los datos de la ilustración 42) para observar el desfase en la precipitación en 2019, un motivo para que los evaluadores de siniestros consideren sequía. Asimismo, el hecho de que en ciertas fechas aisladas a lo largo del ciclo agrícola se registren temperaturas por encima de la normal de ocurrencia que propician mayor evapotranspiración en los cultivos, que se puede observar también en los picos superiores de la ilustración 48 (lado izquierdo); los picos inferiores hablarían de eventos de heladas, como los que se observan al inicio de 2016, y al final de 2017 y principio de 2018, que de hecho coincide con un evento de helada que SEDRUA reporta a finales de 2017.¹⁰⁰

Es pertinente señalar que la SEDRUA no contabiliza el total de las pérdidas, debido a que los comisariados de los ejidos no reportan el cien por ciento. Esto quiere decir que de 2500 usuarios del MRIII, aproximadamente el 14%, 15% y 32% reportaron en 2016, 2017 y 2018, respectivamente. El motivo es que, para acceder al apoyo monetario de \$1,500.00 o \$2,000.00, los productores deben realizar trámites que les desanima. Además, el recurso no llega a su destino algunas veces y, por otro lado, el apoyo no ayuda en realidad a la crisis que deja el siniestro.¹⁰¹ Por otro lado, el informe de la dependencia difiere de lo que los agricultores consideran perdido, ya que los evaluadores registran pérdidas parciales bajo criterios que el campesino desconoce muchas veces. Los siniestros abren un mercado emergente para las empresas interesadas en resolver hasta cierto punto las pérdidas, y no todos pueden pagar por una póliza, por ello el gobierno entrega los montos mencionados.

También existen los casos en que el productor por su propia cuenta adquiere el seguro de siniestros, pero sus costos de producción se incrementan. Algunos consideran que sí han recuperado su gasto, mientras que otros se molestan porque las empresas no respondieron. Para hacer válido el seguro, el agricultor debe esperar hasta que el evaluador llegue a la parcela, pero en algunos casos el agricultor no espera, lo cual es motivo para que la póliza ya

¹⁰⁰ El análisis de la sequía es una línea de trabajo pendiente, debido a que se requiere definir teóricamente el contenido de dicho fenómeno.

¹⁰¹ El personal de la dependencia SEDRUA considera que el recurso económico debería llegar más pronto. Lo ideal es que el productor afectado recibiera su apoyo económico antes de las fechas de siembra del nuevo ciclo, para que utilice el apoyo en insumos agrícolas.

no sea válida. Acerca de este asunto y otras experiencias, los agricultores del valle tienen mucho que decir.

Helada:

Hace tres años más o menos que tenía sembrado garbanza, y cayó una **helada en el mes de marzo**, y ahí se acabó todo. De la noche a la mañana se acabó todo. Tenía dos hectáreas de trigo, y media hectárea de garbanza, ¡perdí todo! Reporté al seguro, yo lo tenía en una aseguradora en Queréndaro, y no, que, porque había quitado lo que quedó, y no quisieron responder porque no me esperé, y me tocó que pagar como \$40,000.00 donde saqué el crédito. Al siguiente año fue una aguacerazo, y desde entonces no pongo garbanza. (E. Alvarado Barrera, comunicación personal, 24 de noviembre de 2018).

Granizada:

Si hemos perdido. Lo califican como siniestro. Nunca nos apoyan, nomás nos dicen que sí, hacen el levantamiento, pero ahí queda. Los que se preocupaban poco es el departamento agrario, pero ahí queda. Una vez yo tenía como una media hectárea de frijol, y ¡hay frijol bueno pa' traérmelo!, y que cree que, me dijo un compañero <ya llévate el frijol, ya está bueno>, y dije <nomás me desocupo tantito pa' llevármelo>. Del día que me dijo, a los dos días que cae un granizado, mire, todo se quedó ahí. Y fuimos con mi esposa a levantar granito por granito. Fui a llevar el reporte, y sabe con qué me salió el comisariado <ahí te mandaron lo de la pérdida... es una despensa> ¡ay padre santo! y yo tener que darle de comer como a nueve de familia. Y se me ocurrió ir, y sabe qué me dijo el comisariado, <ahí está la despensa, pero dame \$20 pesos por ello>, y dije <cómitela>. Cómo se atreve a pedirle a una persona, que todo un año se ha partido el alma en el campo, una despensa en una pérdida. (E. Mora Marroquí, comunicación personal, 5 noviembre 2018).

Una vez tenía un chilar, y me iban a dar como \$15,000.00 por la huertita, (...) y **el 10 de mayo lo teníamos oreado, ya está oreado, (...), pues como a la 1 o 2 de la tarde, empezó una nube del Quinceo y se hizo larga, y se empezó a soltar el agua, pos a poquito teníamos un granizados**, pero de los meros, unas balotas que caían (...), pero un granizado tremendo, (...), y luego que ya pasó, voltee para mi huerta ¡ah! Puros palos, y todo el chile desboronó todo, el frijol, todo acabó, nos dio un buen regalo el 10 de mayo. (...) Al último, el que me iba a comprar, fue a dar una pepenadita de lo que quedó, y ya merito no me tocaba nada. La otra parcela no granizó tanto.... Fue como una nube rápida, la loma se quedó blanqueado de granizo. Me dejó unas puntas, de una tercera que no estaba tan graniceado, y de ahí la siguiente menos, y la siguiente menos. Me dieron \$2000 por lo que le quitaron a las matitas de pepena. Todo quedó desboronado. (G. Castro Arellano, comunicación personal, 11 de febrero de 2019).

Sequía:

El clima nos ha favorecido mucho porque ha llovido. Y usted sabe bien que cuando llueve bien las plantas están bien, porque no hay tanta contaminación, esa es limpia. Pero una vez se nos tardó mucho el agua y las plantas se iban para abajo. (R. Chávez Zavala, comunicación personal, 9 de noviembre de 2018).

En ese tiempo, el calorón es tremendo. Y es necesario mezclar agua para que alcance, aguas negras y aguas buenas. Nos prohíben sembrar, pero muchos no hacen caso. La venden en Morelia. Pa' acabar pronto, todo está contaminado, el ganado, los pollos. ¿Por qué está uno

enfermo?, diabetes, es una lástima todo. (G. Castro Arellano, comunicación personal, 11 de febrero de 2019).

Lluvias:

Este maíz es de mi labor, mire cómo se pudrió con el agua. El agua nos pudrió el frijol y nos pudrió el maíz. Nos estaba acabando la cosecha. **Porque vino muy tarde el agua.** Llovió mucho en septiembre, ¡a hígole!, Se retira el agua otros años a más tardar el 15 de septiembre. Y ahora llego septiembre, octubre y parte de noviembre y nos pudrió el maíz. Se pudren las semillas que ya están dadas. (...9 Teníamos en primer lugar harto frijol, maíz elotero y temporaleo, y estos eran maíces punteados que se siembran con un riego antes, con uno o dos riegos antes de que llueva, y ya luego se acaba de criar con la lluvia del cielo. (G. Castro Arellano, comunicación personal, 11 de febrero de 2019).

Horita estamos en un caso muy difícil. Aquí no hay diez toneladas en todo el ejido. Se perdió completamente todo el maíz. **El agua nos está cayendo desde marzo.** El clima está muy enojado, al principio nos cayó dos granizadas, y yo sembré dos veces en este año en marzo. Nos cayó un granizado tanto así (30 cm). Perdimos la primera siembra, y luego se vino otra. Y ahora estoy lleno de agua, y si saco el agua es más gasto, y le voy a estar sacando el agua a otras parcelas, y es un gasto para mi solito, y no me cooperan, y nomás te dicen <échale ganas, háchale ganas...> ¡hijo de la mañana!, ¿qué hago? (J. Corona Alvarado, comunicación personal, 15 de noviembre de 2018). (Ilustración 49).

Ya no sabemos cuándo son las aguas. Ahora llueve cuando se les pega a las nubes, estamos haciendo una tumba de alfalfa y tenemos la ilusión que se nos va a lograr empacada, pues al ratito ya llueve, y se nos echó a perder el agua, y si empacamos andamos dando la alfalfa a \$30 (\$80 normalmente), a penas para sacar pa' la empacada. (M. Soto Ferrer, comunicación personal, 24 de noviembre de 2018).

¿Cambio climático?:

¡Desgraciadamente el cambio climático es una realidad ya! (...) nos afectó, ¿Por qué? porque nos baja la producción de maíz, pero el aumento de temperatura ahora, **el clima ya no es el de hace años, el día de hoy tienes lluvias cuando no deberías de tenerlas, ya los ciclos de las lluvias ya no están como antes, que empezaban en mayo, y en septiembre se retiraban,** el día de hoy ya es muy variante el clima. ¿Qué tenemos que hacer? tenemos que ir adaptándonos al cambio climático, pero no adaptarnos en el sentido estricto de decir ¡nos vale! sino en el sentido de decir <¿Qué medidas vamos a tomar?>. Sí hay mucha responsabilidad de dependencias como Comisión Nacional del Agua y SAGARPA. (...) (R. Alcaraz Andrade, comunicación personal, 2 de diciembre 2018).

Agrega el mismo agricultor (ingeniero agrónomo):

Ahora, hay zonas no viables para la agricultura, pues hay que meter la reforestación, pero meterse en serio, no venir a reforestar en septiembre, haz las siembras en junio, y que sean de árboles de la región, creación de viveros a través de programas de empleo temporal, ¡de viveros locales, forestales, regionales!, ¿Que tiene que sembrarse? el encino ahuehuete, árboles de aquí que son árboles de son de mucha duración, el mezquite, el fresco, la casuarina, el sauce. (R. Alcaraz Andrade, comunicación personal, 2 de diciembre 2018).



Ilustración 49. Parcela de la Colonia Miguel Hidalgo (Tarímbaro) inundada en el mes de noviembre de 2018. **Nota.** Fuente: Fotografía tomada en las visitas de campo.

El personal técnico del DR020 que acompaña a los agricultores también está observando cambios en el clima regional (cuenca). El hecho de que los siniestros se manifiesten pone en dificultad el manejo del agua, no solo en el nivel de la parcela, también para los técnicos trabajadores que llevan la planeación de riegos y a los operadores del MRIII. Tomando en cuenta la presa de Cointzio, la captación ha sido variable en los últimos ciclos (desde 2005), lo cual depende en parte por las precipitaciones y otras causas que tienen lugar en la cuenca alta como la deforestación (ver Ilustración 50); en ese sentido, los modelos estadísticos utilizados ya no permiten planear o proyectar el ciclo agrícola. Por su parte, el personal encargado de la medición de variables meteorológicas de la CONAGUA también reconoce que algunos datos registrados están fuera de la normal de ocurrencia, y consideran que la responsabilidad recae en la actividad antropogénica que se basa en el uso de hidrocarburos y excreción de gases de efecto invernadero.

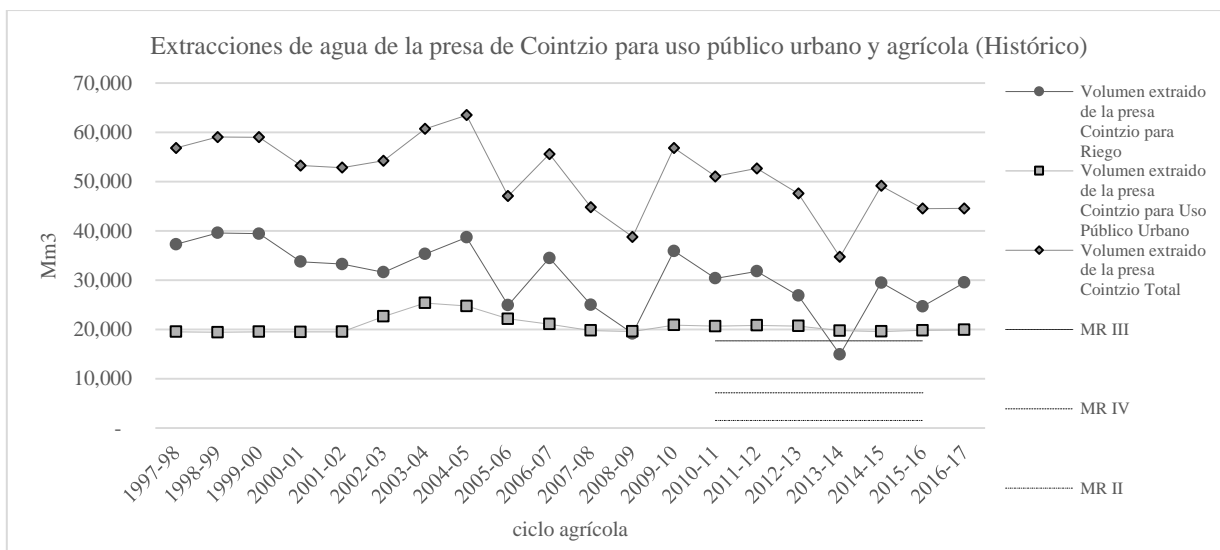


Ilustración 50. Volúmenes extraídos de la presa de Cointzio para uso urbano y uso agrícola histórico, y referentes de las concesiones de los módulos de riego II, III y IV, aguas abajo Morelia. **Nota.** *Elaboración propia con base en datos del DR020, CONAGUA Dirección, Local Morelia.*

La proyección para el 2020 es poco alentadora. Es decir, las precipitaciones en 2019 fueron escasas en el MR III, y en consecuencia la captación de agua en la presa de Cointzio fue limitada. Al primero de octubre de cada año, se sabe la disponibilidad de agua para el subciclo primavera-verano, pero el último reporte del DR020 indica que la presa se encuentra al 70% de lo esperado. Esto implica, en términos del manejo del agua a nivel de módulo, que el plan de riego se ajustará para dotar de menos agua a los agricultores (agua rodada). El problema está en que diferentes ejidos como Palo Blanco vendieron su derecho de pozo profundo (por diversos motivos), y en ciclos agrícolas pasados, el módulo le apoyaba para regar con agua rodada. Sin embargo, ante la falta de agua, no se sabe a cuántos agricultores afectará este escenario. Por tal motivo, el MR III buscará recuperar los pozos profundos para tenerlos como fuentes de agua de auxilio en caso de años secos (de hecho, era el objetivo de los pozos).

Considerando lo anterior, el Estado debe abordar de otra manera los siniestros climáticos. Los impactos a escala local son resultado de la escala global, y a la inversa. Por tal motivo, las unidades agrícolas como el MR III necesitan transitar hacia un modelo agrícola que no dependa a gran escala de energía fósil, así como de capacitaciones para responder luego de un siniestro. No obstante, para los productores que reciben aguas residuales, la transición sería lenta (o casi imposible), ya que en los canales de riego persiste el exceso de residuos que sólo se retiran con gran maquinaria, materia proveniente del metabolismo urbano e industrial. Y en el caso de los temporaleros, el tema es más crítico. En consecuencia, el Estado debe trabajar

en políticas que orienten a las comunidades para adaptarse a los eventos hidrológicos atípicos.

En resumen, las condiciones climáticas son un factor determinante durante la apropiación y transformación en el manejo del agua, que puede estudiarse a través de variables como la precipitación y temperatura. En el contexto económico actual, la manera en que el agricultor se relaciona con la naturaleza se transforma de manera importante. Por un lado, el modelo agrícola moderno depende de energía fósil, lo cual no sólo resta autonomía a las comunidades agrícolas, y las convierte en unidades excretoras de CO₂ que contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero. Por otro lado, tiene que ver con la contaminación de sus aguas, ya que para llevar el agua de un sitio a otro es necesario desplegar trabajo con gran maquinaria para la conservación (PHU), que implica gastos importantes, difíciles de cubrir.

A pesar de que el gobierno ha impulsado apoyos para los afectados, el monto es insuficiente para responder a los más de 1,420 productores que reportaron pérdidas en el periodo 2016-2018 (incluso son más). A los molestos y desmotivados agricultores, no queda más que empezar de cero, añadiendo más horas de trabajo en levantar lo poco que quedó, y no recuperarán como ingreso o alimento. La realidad es que no se ha avanzado en medidas de adaptación o mitigación ante la crisis ambiental mundial en lo local. Entonces, para el agricultor, el factor climático determina la posibilidad de realizar o no el agua (valor de uso o valor de cambio), independientemente de la calidad de los insumos (agua contaminada). Puede perder completa o parcialmente su labor, e incrementar el grado de *pobreza hídrica* que ya experimentan.

5.4 Controversias en torno a la gestión del agua

En este apartado se trata de analizar el momento material de la apropiación del agua contaminada, y de cómo los agricultores se enfrentan a los responsables y representantes de gobierno en materia hídrica, un aspecto que se explica como gestión del agua (tercer objetivo de investigación). A diferencia de los subtemas anteriores, en este se hace énfasis a las controversias observadas entre actores internos del MRIII y actores externos, quienes manifiestan racionalidades distintas frente a la contaminación de las aguas y las alternativas para abordarlo, por lo que es necesario retomar algunos aspectos del manejo del agua. Por un lado, los agricultores intentan hacer valer su derecho al agua en calidad y cantidad, y, por otro lado, los actores de gobierno asumen el reto de la crisis hídrica bajo una racionalidad que les aleja de posibles escenarios de solución. Al contrario, se visibilizan conflictos sociales.

Respecto a las condiciones climáticas, la gestión por parte de los productores es limitada o nula, aún más en comparación de la gestión por las aguas negras. Sin embargo, al observar que su principal fuente de agua, la presa de Cointzio, está en la mira de los negociantes de Morelia para ampliar la disponibilidad en lo urbano e industrial, los productores se unifican para analizar las ventajas y desventajas, concluyendo que para garantizar el agua a los miembros de la organización es fundamental seguir manteniendo el derecho de agua de la presa, a menos que el Estado les proponga un escenario adecuado. No están dispuestos a dejar sin agua a los agricultores del valle, y menos en las condiciones climáticas atípicas, lo cual es una postura política apropiada, a pesar de que los negociantes intentan argumentar las ventajas para ambas partes, pero sin una visión integral de la problemática socioambiental en la vida rural.

5.4.1 ¿Quién contamina paga? Un supuesto de la gestión del Estado

La “CONACEITE”, es el nombre de la CONAGUA, en opinión de los productores a quienes les entregan agua envenenada. La presa de Cointzio constituye una fuente de primer uso (37%), aprovechada en primavera-verano, la cual, mientras a traviesa la ciudad de Morelia se contamina por las descargas que no cumplen las normas vigentes. El Río Grande de Morelia es la otra fuente de agua de reúso (63%), porque primero fue aprovechada por lo urbano público e industrial, para luego ser entregada a los usuarios de riego de acuerdo a la disponibilidad anual, pero en condiciones de calidad que contradice los planteamientos de la Ley de Aguas Nacionales (LAN):

La disponibilidad de agua para cada año agrícola se determinará en función de la situación que guarden las fuentes de abastecimiento: los almacenamientos que se tengan en la presa de Cointzio y otras fuentes de abastecimiento **sistema presa - aguas residuales** de la ciudad de Morelia al 1º de octubre de cada año (Estatutos de la Asociación de Agricultores del Valle Álvaro Obregón - Tarímbaro).

Los agricultores que no han sido representantes del módulo desconocen esta precisión legal. Incluso, algunos que ya han sido representantes lo ignoran; uno de ellos hacía referencia de que CONAGUA entregaba el agua limpia de la presa, y que, al atravesar Morelia, se contaminaba, restando responsabilidad al Estado por el bloque de agua del Río Grande de Morelia (reúso). Nunca hizo referencia de que ésta última agua fuera un derecho que, de manera contradictoria a la LAN, la comisión hizo legal la apropiación. No se sabe cómo ocurrió el cambio de derechos de un agua charandosa a una residual, el hecho es que el riego de aguas negras está legalmente constituido, y quizá sea un motivo para proceder jurídicamente.

Por su parte, el bloque de agua de la presa de Cointzio efectivamente es una fuente afectada por la descarga de aguas negras de Morelia y otros municipios, tal como sostiene dicho miembro del módulo, un volumen por el cual el módulo podría recurrir a la LAN para solicitar resarcir el daño ambiental. El recorrido del agua por la zona urbana la convierte en un satisfactor nocivo, tanto por la falta de avance en el saneamiento de las municipalidades, como por el hecho de que el Estado hizo legal el reúso de agua del río en estado putrefacto, sosteniendo que “no hay otra agua”, por lo cual no hay manera hasta hoy de que los agricultores reciban agua en buen estado.

A causa de la contaminación y de la sobreexplotación del agua en la cuenca, toda solución apunta a que los agricultores asuman más PHU para conducir el agua de un sitio a otro. Pero hay que considerar primer el supuesto de que “quien contamina paga”, declarado en el artículo 14 BIS 5 - XVII de la LAN, afirmación que no ha sido una norma aplicada. En contraste, favorecer políticamente la apropiación del agua en cantidad y calidad para lo urbano que genera las aguas residuales, sí se respeta, una política claramente dirigida a la modernidad urbana. Para demostrar lo anterior, se recomienda volver a la ilustración 50, en la cual es posible observar que el bloque urbano mantiene un volumen constante a lo largo de tiempo, mientras que el bloque agrícola sufre fluctuaciones importantes en función de la disponibilidad

anual, que afecta, en mayor o menos medida, tanto a los campesinos como a los de tipo agroindustrial.

Esta cuestión es bien sabida por los productores quienes, en busca de recursos para sostener la infraestructura hidroagrícola por la que conducen su agua, han encontrado problemas para completar pagos, ciclo tras ciclo agrícola desde la descentralización de la gestión del agua. Eventualmente, su capacidad de gestión ha logrado aliviar en parte las deudas, no obstante, para ser acreedores de recursos resulta complicado por limitaciones de presupuesto e incompetencia de los municipios contaminadores.

Retomando el manejo del agua a nivel módulo, hoy día, los costos para conservar los canales y drenes de riego son elevados. Esto requiere hasta el 50% de los ingresos del módulo, el cual se paga con una *cuota de autosuficiencia*, eventualmente con recursos de Tarímbaro y Álvaro Obregón, y subsidios como la adquisición de maquinaria grande, pero de alto consumo energético y dependencia fósil.¹⁰² Morelia, por su parte, tiene el argumento de que está tratando el 80% de las aguas a través de la PTAR Atapaneo instalada en 2007, cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT-1996.¹⁰³ En lo referente a las industrias,¹⁰⁴ no se conoce alguna contribución con el módulo, el hecho es que el Río Grande de Morelia continúa siendo un vertedero de residuos tóxicos, hábitat idóneo para la fauna nociva y generador de gases de efecto invernadero.

Conocer las consecuencias del manejo de las aguas residuales desde la actividad agrícola, y en sí sobre el productor campesino y su familia, no es una tarea fácil, pues no es sólo considerar los gastos a corto plazo por la remoción de residuos como PHU. El hecho de haber dejado de sembrar diversidad de cultivos por más de treinta años, pérdida gradual de la fertilidad en los suelos, el consumo limitado de sus propios cultivos, la transición a la agricultura moderna contaminante (agrotóxicos prohibidos países desarrollados), la consecuente eutrofización de sus canales de riego (exceso de lirio acuático), la sobreoferta de monocultivos de bajo valor en

¹⁰² Es necesario recordar que en el ciclo agrícola 2017-2018 se registró un gasto total de \$920,028.00, sujeto al incremento mensual del diésel, lo cual impactó negativamente en el módulo.

¹⁰³ El OOAPAS cuenta con 8 PTAR: Arko San Pedro (10L/s), Atapaneo (1055.72 L/s), Cuto de la Esperanza (3.50L/s), Ignacio Zaragoza (2 L/s), Itzícuaros (89.32 L/s), Lomas de la Maestranza (6.40L/s), San Miguel del Monte (1.00L/s), Villa Magna (2.10L/s), en conjunto suman 36.90 Mm³/año de saneamiento, a reserva que se tengan complicaciones operativas, lo cual se desconoce. Este valor es inferior al bloque de agua que recibe el organismo, por lo cual cabe la duda si el saneamiento corresponde al 80%.

¹⁰⁴ AIEMAC, Industriales de Michoacán. Organización que se identificó durante la investigación. Se debe profundizar en los avances, o no, en el saneamiento de las aguas.

el mercado, acaparadores bien organizados (que definen los precios), la separación de las familias por la migración, el daño a la salud de la población expuesta a residuos tóxicos, la muerte de habitantes por beber agua de los canales, entre otras consecuencias que definen un metabolismo rural fracturado, como expresarían Clark y Bellamy (2012).

La LAN, en sus artículos 96 BIS y BIS1, señala que “la autoridad del agua intervendrá para que se cumpla con la reparación del daño ambiental...” y que “las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, (...) asumirán la responsabilidad de reparar o compensar el daño ambiental causado...”, respectivamente (SEMARNAT y CONAGUA, 1992, p.103). Sin embargo, este planteamiento es “ignorado” por quienes encabezan la dirección local de la Comisión Nacional del Agua. En una reunión entre Tarímbaro y el módulo de riego III, ciclo agrícola 2017-2018, el director de la dependencia comentó, palabras más palabras menos, que Tarímbaro no tenía por qué dar recursos al módulo por la descarga de aguas residuales.¹⁰⁵ En ese momento, la gestión que el módulo había logrado para recibir un \$1,300,000.00 se disolvió.

Más adelante, por la presión de pagar a trabajadores y una máquina nueva de largo alcance, un grupo de delegados arribó a la presidencia de Tarímbaro. El cúmulo de productores, molestos por la falta de apoyo, consiguió el enojo del edil Baltazar quien, a través de la fuerza pública, permitió el paso a solo tres personas. En ese momento se logró obtener \$100,000.00 para diésel y \$300,000.00 en efectivo, no más. En puerta venía la reelección a la presidencia por el PT y los recursos ya tenían otro objetivo, afirmaban algunos muy molestos. Los campesinos no quedaron conformes, para ellos era inaceptable ver que los gestores no lograron responder a sus necesidades. Sin embargo, había roces personales entre el entonces presidente del MR III y el presidente de Tarímbaro Baltazar Gaona, lo que tampoco permitió avanzar.¹⁰⁶

En Álvaro Obregón ocurrió algo similar. El municipio no pagó al módulo en la fecha sugerida. En respuesta, la asamblea de delegados acordó tapar algunos drenajes como medida de presión. Se organizaron menos del 50% de los delegados que, luego de un rato de ejecutar el acuerdo, se presentaron en las oficinas del gobierno municipal. Cuando el presidente sustituto

¹⁰⁵ Ingeniero Oswaldo Ramírez Gutiérrez, funcionario colocado por el gobierno del estado de Michoacán (PRD) administración 2015-2021, sustituido en septiembre de 2019 por el ingeniero Villagrán.

¹⁰⁶ El DR020 contribuyó con el módulo de riego para identificar las descargas puntuales y proponer un monto para la conservación anual de los canales y drenes.

de la administración 2015-2018 entró en contacto con los productores, no negó que había un pago pendiente, y que sólo se les otorgarían \$300,000.00, pero los agricultores esperaban \$6000,000.00, lo cual les provocó molestia y mayor desánimo. Posteriormente recibieron el pago, el cual fue insuficiente para cubrir el adeudo de la máquina.



Ilustración 51. Tapando drenajes en Álvaro Obregón, con participación de algunos delegados. **Nota.** *Fotografía tomada en campo.*

Cada ciclo agrícola, el módulo tiene este tipo de acercamiento a los municipios que arrojan directamente sus descargas a los canales y drenes. Aunque el módulo no tiene la facultad de aprobar o restringir la excreción a sus canales (sólo la comisión la tiene), se han esforzado por ingresar recursos que aminoren sus gastos y el trabajo en general, que aplican como PHU. Sin embargo, cada año es una batalla con los municipios, los cuales conciben que es un “apoyo” por no decirlo de otra manera, y no una obligación responder a las normas de descarga en calidad adecuada; si fuera así, el módulo no solicitaría recursos. Los agricultores han presionado a su manera, ya que la “autoridad del agua” no ha intervenido sobre el daño socioambiental.

En la asamblea posterior de delegados, se trató el tema de ambos municipios. Hubo molestia en general, descontento y confrontaciones entre delegados y mesa directiva. Los “carajazos” fueron duros, comentó el entonces presidente del módulo. Se encontraron como siempre en desventaja frente a los municipios, ya que la manera de abordar sus peticiones no había sido

con firmeza. Se reconoció que su debilidad estaba en la mala organización y poca participación de los compañeros delegados, ya que no toda la fuerza del módulo se congregó en las citas. “Faltaban compañeros...”, gritó el delegado de El Calvario. Esto refleja en parte la debilidad de los ejidos que no se organizan para acompañar a sus representantes y presionar sobre sus necesidades, o bien, el delegado no ha sabido convocar a sus representados.

En conversación con un técnico operativo de la Comisión del Cuenca del Lago de Cuitzeo, aseguró que los productores siempre han hecho sus propios manejos, alejados de la comisión, y que eso les restaba éxito en sus demandas. Una opinión contraria, desde el módulo es que los agricultores no han sido tomados en cuenta para abordar en serio el tema, y se les invita sin discusión profunda a sus demandas. Una de ellas era la construcción de una nueva presa, que se canceló y querían retomar, la Presa el Castillo. Todavía a la fecha se sigue manejando esa alternativa, con la cual aseguran resolverán su problema. Otros técnicos de la CONAGUA no piensan lo mismo, ya que implica un gran gasto, el agua es insuficiente para cubrir la demanda y afectaría a otros usuarios aguas abajo.

Por otro lado, otros actores gubernamentales argumentan que los agricultores también contaminan. En cierto modo es verdad, además de la excreción difusa, la excreción puntal que ellos contribuyen desde sus viviendas hacia sus propios canales. Sin embargo, esa responsabilidad no la tienen directamente los productores, ya que corresponde a los órganos municipales asignatarios del bloque doméstico, que evidentemente no han tenido avances sustantivos en materia de saneamiento, ni tampoco los agricultores han presionado por ese lado, porque además implica que los habitantes de los municipios, entre ellos los productores como consumidores domésticos, participen en una tarifa que sume ese servicio.

Los dos comités de agua potable de las cabeceras que abarca el MRII¹⁰⁷ aseguran que están avanzando en esa línea, aunque lentos por los rezagos de otras administraciones. Tarímbaro enfrenta el dilema de reactivar las plantas de tratamiento que se construyeron años atrás, pero que nunca han operado de la manera deseada, de hecho, la infraestructura ha sido objeto de saqueo por el abandono del municipio, el cual recibe señalamientos por no operarlas. Por su

¹⁰⁷ En el registro de usuarios del agua de la CONAGUA existen otras figuras públicas que administran las aguas de las diferentes áreas rurales de cada municipio, lo cual incrementa la complejidad en términos de actores responsables de un volumen de agua asignado y excretado a los canales y drenes de riego, y que no han sabido manejar sus aguas.

parte Álvaro Obregón solo tiene un proyecto desde hace tiempo, pero que no ha aterrizado por falta de presupuesto y problemas al interior de la administración. Ambos reconocen el problema que enfrentan los agricultores, porque incluso los directores de los organismos son productores también, pero en el contexto económico que atraviesan les es difícil superar esos rezagos y malos manejos. Esto es un motivo para que el Estado considere la participación privada.

Entre actores de gobierno, de alguna manera se golpean respecto a sus responsabilidades. Si los agricultores pasan esta racha desagradable es por culpa de los municipios, afirma la federación y el nivel estatal, ya que no se han capacitado técnicamente para afrontar y aprovechar los recursos disponibles (subsidios) a través de diferentes programas federales.¹⁰⁸ Por su parte, los municipios son blanco de contratistas que se avalan por el gobierno del estado para impulsar obras de mala calidad. Los verdaderos beneficiados de estas obras se “desconocen” y siguen promoviendo *espejitos*.

Retomando el tema, a inicios del 2019 el módulo se acerca de nuevo a los municipios. El MRIII casi pierde una máquina recién adquirida por falta de pago, por \$1,800,000.00. La nueva mesa directiva tuvo que volver a endeudarse para evitar un juicio, pero con intereses por pagar. Este asunto les afectó frente a los delegados, quienes insistían en hacer efectiva la responsabilidad de los ayuntamientos de Tarímbaro y Álvaro Obregón. En ese sentido, el nuevo presidente del MRIII volvió a acercarse a Baltazar, reelegido presidente por Tarímbaro, quien aceptó apoyar al módulo, pues el anterior presidente del módulo ya no estaba en las mesas de negociación. Por su parte, el actual presidente de Álvaro Obregón, Adán Sánchez López postulado por el PRI, mostró interés en apoyar al módulo, pero sólo de palabra, ya que no ha girado ningún recurso para el módulo. De hecho, en campaña política se acercó al módulo, afirmando que les apoyaría en cuanto llegara a la presidencia. Y se repite la historia.

En resumen, el MRIII asume altos costos por la ineficiente gestión y manejo de las aguas de las municipalidades, que podría traducirse en un recurso destinado para elevar la eficiencia en el manejo del agua (PHU), tal como el Estado les demanda a los módulos de riego. En

¹⁰⁸ Programas federales: Agua Limpia (PAL); Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales (PROSSAPYS); Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU); Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA); Programa de Devolución de Derechos (PRODDER); Programa Federal de Saneamiento de Aguas Residuales (PROSANEAR); Tratamiento de Aguas Residuales (PROTAR); Incentivo para la Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales; etc.

realidad, es un traslado de costos de lo urbano a lo rural que se manifiesta en los PHU, dificultando que el agua llegue hasta las parcelas, así como por el hecho de sobrevivir con la restricción de cultivos por la calidad de la misma. En otras palabras, desde la perspectiva de la economía ambiental,¹⁰⁹ los concesionarios y asignatarios de la cuenca, en este caso Tarímbaro y Álvaro Obregón no internalizan los costos de los residuos generados de sus metabolismos. De esta manera, el supuesto de “quien contamina paga” citado en los principios de la política hídrica es una norma violada por diferentes actores de los tres niveles de gobierno, en un determinado grado de responsabilidad.¹¹⁰

Los esfuerzos que el MRH y sus miembros hacen frente a los municipios contaminadores son pertinentes, pero no suficientes, considerando que ellos no pueden (y no deben) pagar la deuda ambiental por sí solos, internalizados al manejo de sus aguas a nivel módulo y nivel parcela como PHU, lo que Veraza (2007a) consideraría como un costo más del necesario para acceder al agua. Su capacidad de gestión es minimizada, como una solicitud de apoyo, muchas veces vista de manera despectiva, que cada municipio otorga a voluntad, en el momento que ven pertinente, y en la cantidad que quieren o pueden cubrir. Los municipios “ignoran” o evaden sus responsabilidades, hasta cierto punto también válidas, considerando que deben asegurar una tarifa por los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, pero que muchas veces no se resuelve.

5.4.2 Intercambio de aguas de lo rural a lo urbano: ¿una solución ante la crisis hídrica?

Aguas arriba de la zona de riego, Charo, Morelia y Acuitzio también con debilidades en el saneamiento de las aguas. El primero de ellos inició una obra en 2011,¹¹¹ que hasta la fecha no

¹⁰⁹ Una referencia teórica que sale del marco de la sustentabilidad definido en esta tesis, pero que es pertinente retomar para afirmar que los usuarios del agua de la cuenca están evadiendo costos por diferentes motivos. Entre ellos, las industrias contaminantes de la cuenca que buscan elevar sus ganancias, prescindiendo de aquellos PHU de saneamiento para sus procesos productivos. Al no internalizar esos costos, quienes realmente los asumen son los agricultores y otros usuarios aguas debajo de la cuenca (pescadores, flora y fauna). Y el Estado, en el orden de gobierno, no hace valer las normas. En cambio, sigue permitiendo la apropiación del agua sin restricción, como derecho; la obligación de pagar lo que contaminan no se asume.

¹¹⁰ Los actores gubernamentales se guían en un marco institucional, es decir, las actividades que realizan se apegan a las normas de la manera más fiel posible. Se trata de servidores públicos con alta responsabilidad en términos formales de lo que define la Comisión y la LAN. No obstante, frente a la política neoliberal y la oligarquía, muchos técnicos no tienen capacidad de gestión para la toma de decisiones. Esta facultad la ejercen pocos actores a la cabeza de las instituciones, que definen la ruta del agua en la cuenca, así como las sanciones (en caso de haber denuncias ciudadanas, de lo contrario no hay acción).

¹¹¹ Ejecutor la Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas (CEAC). Un sistema dual (biocontactores rotativos).

ha entrado en operaciones. Aunque el municipio descarga sobre el Río Grande de Morelia, el módulo de riego no ha hecho ningún acercamiento con éste. El municipio de Acuitzio por su parte, no tiene registro de obras, y el módulo mucho menos se ha comunicado con éste porque pareciera que no hay vinculación por la lejanía. No obstante, vale la pena que lo intentarán ya que sus descargas van degradando de alguna forma a la presa de Cointzio, que afecta también a Morelia.¹¹² En este último caso, hay avance significativo en el saneamiento de las aguas, aunque en un esquema privatizador del agua que debilita los recursos del OOAPAS Morelia, por lo que se busca intercambio o venta de aguas tratadas.



Ilustración 52. Presa de Cointzio con presencia de lirio acuático. **Nota.** Fotografía tomada en campo.

¹¹² Hay evidencia reciente (tres años aproximadamente) de que la presa está siendo invadida por lirio acuático, desde aguas arriba de la agricultura agroindustrial de agroquímicos, las pequeñas poblaciones en el margen de la presa, y el cambio de uso de suelo (aguacate y frutillas para exportación). Es una amenaza más para los agricultores de la cuenca media baja, ya que esto disminuiría el volumen de agua disponible, aún más de lo que ya han experimentado en los últimos ciclos agrícolas por la variable clima y siniestros. Al bloque urbano tal vez les sigan permitiendo el mismo volumen de agua (considerando el marco legal actual). Por otro lado, el OOAPAS Morelia ha percibido un olor putrefacto en su proceso de potabilización que posiblemente se vea reflejado en denuncias ciudadanas. La causa probable es que se adquirió una máquina para triturar el lirio acuático, que origina sedimentos que se descomponen por su naturaleza orgánica.

En noviembre de 2016 se convocó a algunos miembros de la Comisión de Cuenca del Lago de Cuitzeo en el Congreso del Estado de Michoacán.¹¹³ El asunto fue presentar a la Comisión de Desarrollo Sustentable del Congreso un proyecto para avanzar en obras para el saneamiento de la Cuenca del Lago de Cuitzeo. Se expuso la urgencia de contar con recursos para las obras necesarias (en 2017); se buscaba detener las descargas de aguas residuales al Río Grande de Morelia y al Lago de Cuitzeo, solicitando alrededor de \$10,000,000.00.

Los representantes gubernamentales expresaron diferentes opiniones. Entre ellas, el entonces presidente del municipio de Indaparapeo comentó que era urgente aprovechar el agua residual tratada de la planta de tratamiento de Atapaneo. Desde hace varios años que se solicita infraestructura para usarla, pero no hay respuesta, y desafortunadamente el agua tratada regresa al Río Grande de Morelia, donde prácticamente se vuelve a contaminar. Entonces, los agricultores de la región están utilizando agua de mala calidad, lo cual reduce su capacidad para cultivar hortalizas y otros productos alternativos.



Ilustración 53. Descarga de agua tratada de la PTAR Atapaneo al Río Grande de Morelia. **Nota.** Fotografía tomada en campo.

El entonces director del OOAPAS Morelia sostuvo que el saneamiento del agua no era suficiente. Agregó que debía haber un *intercambio de usos del agua* para evitar la sobreexplotación, en decir, reutilizar el agua tratada (de Atapaneo) en otras actividades. Por otro lado, el director de la Comisión Estatal de Agua y Gestión de Cuencas (CEAC) recalcó que se requerían \$1,000.00 millones para recuperar la cuenca, aunque no explicó en qué

¹¹³ Los siguientes argumentos fueron grabados en la misma sesión (observador participante), y se transcriben algunos de los más relevantes.

actividades se estaba planeando dicho recurso. Por su parte, el entonces delegado de la CONAGUA en Michoacán declaró que la comisión tenía una visión integral, y que era importante contar con apoyo económico y de gestión, sin embargo, recalcó que había que adaptarse a los recursos disponibles.

En contraste, un investigador reconocido del INIRENA-UMSNH, dedicado al estudio forestal de la cuenca alta del lago de Cuitzeo, comentó que la visión de gestión del agua no era integral. La preocupación del gobierno estaba en instalar infraestructura de saneamiento en la cuenca baja, pero no se atendía la cuenca alta, donde la deforestación estaba afectando la captación de agua y el incremento en el azolvamiento del Lago de Cuitzeo; comentó que un 20% en la capacidad de captación de agua se pierde. Hizo un llamado importante a vincularse con las instituciones gubernamentales que están proporcionando permisos por el cambio de uso de suelo (nuevas plantaciones de aguacate para la exportación).

Los argumentos dejan ver la perspectiva sobre la problemática del agua, lo cual es una base para analizar y contrastar. Por otro lado, el diario local AMANECER publicó que, por convenio con los agricultores del módulo de riego III, el director de la CEAC plantea “comercializar agua tratada a agricultores” (Ramírez, 2016), generando algunas reacciones entre módulos.



El representante del Módulo V comentó:

Considero que es una alternativa viable, ya que en caso de que se consuma, nosotros con agua tratada podremos incursionar en cultivos alternativos (comerciales de exportación) como es el caso de berries, arándanos, fresa, al igual que la región de Zamora que tienen una excelente producción (agricultor tipo agroindustrial).

Por su parte, el representante del Módulo IV:

La propuesta es un esfuerzo válido del gobierno del estado, pero su viabilidad dependerá del costo, ya que actualmente se paga una cantidad considerable.

El representante del Módulo III opinó:

La propuesta no es nueva y dejó claro que no es la mejor solución, (...) la propuesta más viable para los productores de la región es que el OOAPAS de Morelia amplíe al 100% la capacidad de la planta de tratamiento de Atapaneco, y que el Estado retome con seriedad el proyecto para reutilizar esa agua tratada y conducirla a las parcelas. (...) Los usuarios no están dispuestos a pagar por lo que otros ensucian, Tarímbaro y Morelia deben asumir su responsabilidad, porque son ellos quienes contaminan.

Por lo que se puede observar, el manejo y gestión del agua con el municipio de Morelia es más complejo que con el resto de municipios. La administración del OOAPAS¹¹⁴ sostenía que el

¹¹⁴ Administraciones pasadas, antes de las elecciones federales de 2018.

“re-uso de aguas tratadas es un esquema ganar-ganar” (OOAPAS Morelia, 2018, p. 8), y que los módulos podrían verse beneficiados, aprovechando un agua de calidad tal que permitiría la producción de cultivos de mayor valor comercial. Brevemente, el trato consistía en que el agua de la PTAR Atapaneo pudiera ser *intercambiada* por el derecho que tienen los módulos de la Presa de Cointzio. El organismo operador ha pensado en el intercambio o venta de las aguas,¹¹⁵ lo que les “ayudaría” con la crisis financiera.

El organismo operador ha pensado en el intercambio o venta de las aguas, lo que tal vez le ayudaría a salir de la crisis financiera que atraviesa.¹¹⁶ Pero en ese razonamiento no se ha considerado (o se desconoce) que el derecho de agua para riego agrícola es del 37% y 63% de la presa y agua residual del Río Grande de Morelia, respectivamente, y que la descarga de aguas tratadas de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR Atapaneo) es una parte importante del 63%. Si OOAPAS vende el agua tratada, o la desvía para otros usos dentro del metabolismo urbano o industrial, se estaría llevando un volumen que por derecho corresponde a otros, aguas abajo. Sería un despojo de agua (en cantidad), aún y cuando el organismo operador haya añadido valor económico al agua residual a través del PHU de saneamiento (y haya conseguido un nuevo título de concesión), ese costo ya lo han pagado los usuarios de lo urbano en alguna medida, no necesariamente la adecuada.

En primer lugar, el tratamiento del agua es una obligación de acuerdo a la LAN, antes que un derecho el hecho de reusarla o venderla. Esto es importante porque entre agricultores y miembros del organismo operador se han confrontado algunas veces, cada uno asegurando que esa agua pertenece a ellos. Según los técnicos del DR020, esa agua entra en el derecho de los agricultores y otros usuarios aguas abajo, y que OOAPAS no puede hacer un reuso de la misma. En contraste, otros técnicos de la comisión aseguran que el OOAPAS tiene derecho sobre esa agua, ya que el organismo paga el saneamiento; personal de OOAPAS lo afirma también, por lo cual se ha venido aprovechando en riego de parques y jardines de manera “sustentable”.

¹¹⁵ Este acuerdo se llevó a cabo con la empresa papelera ubicada al sur de Morelia; agua de la PTAR de los Itzúcaros a cambio de agua del manantial de la Mintzita. Es un acuerdo que debería analizarse a fondo ya que se desconoce en qué términos se realizó dicho acuerdo, y además la comunidad de Jardines de la Mintzita ha denunciado públicamente irregularidades.

¹¹⁶ El OOAPAS y la papelera al sur de Morelia acordaron el intercambio de aguas de la nueva PTAR en los Itzúcaros. No se sabe en qué términos ocurrió este asunto.

El artículo 33 de la LAN y el artículo 85 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (RLAN) permiten a los asignatarios del agua (OOAPAS) “reutilizar las aguas tratadas provenientes de los sistemas públicos (...) siempre y cuando no se afecten las reservas y los derechos de terceros inscritos en el Registro” (SEMARNAT y CONAGUA, 1992). En contraste, se escucha por parte de algunos actores de dicha dependencia municipal que tienen la certeza de que las aguas de Atapaneo les corresponden. La hipótesis por corroborar es que han adquirido el derecho del agua en la dependencia CONAGUA, sin embargo, aún se desconoce cómo, y con ayuda de quién ocurrió este hecho, que desafortunadamente avala la política hídrica (prelación de uso).

Lo cierto es que dicho derecho está pasando por encima del derecho que los agricultores tienen al agua residual del Río Grande de Morelia y de otros usuarios aguas abajo en el Lago de Cuitzeo. No obstante, el título de los agricultores es poco claro y no define los porcentajes de sus fuentes de agua (porque la concesión a este bloque está sujeta a la disponibilidad anual, no hay un dato fijo, tal como los asignatarios sí lo tienen), lo cual permite fácilmente ignorar su derecho al agua en cantidad. Aunado a ello, el tema apunta a que hay una organización de pipas que ya están lucrando con dicha agua.

Los agricultores de la zona de Charo, Indaparapeo y Queréndaro, vecinos de la PTAR Atapaneo, han observado que grandes pipas se llevan esa agua. Algunos piensan (y otros aseguran) que se va para los campos de golf y otras áreas habitacionales controladas por el grupo empresarial de los Ramírez. En contraste, el mismo personal de OOAPAS sostiene que eso es falso, pero que sí existen acercamientos de empresas industriales de la zona para comprar esa agua, aunque consideran que esa agua debe ser reusada para la agricultura. Por mientras, se va a los parques y jardines, pensando que así se aprovecha para evitar que esa agua regrese al río, perdiendo el valor económico añadido.

Esto se corresponde con lo que los técnicos del DR020 han observado en los flujos de agua en el Río Grande de Morelia. Hay una baja en la disponibilidad de agua en los últimos ciclos agrícolas, que no se refleja en años lluviosos, sino que en años secos y tiempo de estiaje (primavera-verano) les hace falta caudal de agua.¹¹⁷ Los técnicos no sabían por dónde se había desviado esa agua, hasta que se corroboró que ese faltante ocurre a la altura de la planta de

¹¹⁷ El Distrito de Riego 020 tiene a su cargo la operación de la Presa de Cointzio, la medición de los flujos sobre el Río Grande de Morelia, y la entrega de agua en bloque al OOAPAS Morelia y Módulos de Riego.

tratamiento. Esta cuestión no se ha discutido ampliamente entre los distintos actores, pero la falta de agua para los agricultores en un año seco, generaría un conflicto por los derechos; el título de concesión de los agricultores expresa un derecho de la presa-*aguas residuales del río*, pero OOAPAS ya trató una parte del agua residual que se descarga al río diariamente.

En caso de aclararse esta controversia, queda otro escenario que los agricultores deben discutir. En una asamblea de delegados en 2018 se presentó un trabajador de confianza del ayuntamiento de Tarímbaro, del área de desarrollo rural, para hacer una propuesta con base en el intercambio de las aguas entre OOAPAS y los agricultores como la solución a la contaminación. Algunos agricultores le apoyaron, diciendo “¿Dónde firmo?”, y otros ni en cuenta le tomaron. La misma mesa directiva no le dio seguimiento ante la complejidad y controversias en el asunto.

Otros técnicos de la CONAGUA, fuera del DR020, aseguran que si los agricultores ceden sus aguas podrían beneficiarse todos. En caso de aclararse la controversia expuesta, los agricultores tendrían que ceder el bloque de la Presa de Cointzio a lo urbano, quizá respetando que el agua de Atapaneo ya es una parte de los agricultores, aunque es un trato no factible actualmente. Significa que los agricultores deben pagar parte de la infraestructura necesaria para que el agua tratada llegue a su destino (y no alcanzaría para todos, y ¿Para quienes en primer lugar?), de alrededor de 23 kilómetros de conducción como ¿PHU?, a lo que los agricultores responden que ellos no contaminaron el agua, y que no tienen por qué pagar por ello, si el OOAPAS Morelia ya cobró esa agua a los ciudadanos de Morelia, ¿Por qué se quiere volver a vender esa agua?

En cierto modo los agricultores tienen razón, pero la lógica del Estado es que se baje recurso con participación de los “beneficiados”, como condición para el financiamiento de las obras necesarias.¹¹⁸ Como se puede observar, la racionalidad de los actores involucrados es distinta. Por un lado, desde el Estado no se contempla la necesidad de restaurar el Río Grande de Morelia como principal canal natural de conducción, y recuperar las funciones ecosistémicas. En cambio, se propone que los agricultores cedan aún más, a pesar de las condiciones precarias en que se encuentran, cuando la realidad es que los metabolismos urbano e industrial son los que deben responder a las obligaciones que señala la LAN. Hay actores del gobierno

¹¹⁸ Tan sólo el proyecto ejecutivo se estimó en 3.5 millones de pesos, aproximadamente.

del estado que van más allá, y han propuesto que una empresa israelí les limpie el agua,¹¹⁹ y que los agricultores pagaran por ello, lo cual fue rechazado por los agricultores representantes.¹²⁰

Retomando lo del agua de la PTAR Atapaneco, en un inicio no alcanzaría para toda la zona de riego, ya que trata aproximadamente 1000L/s, equivalente a 31.53 Mm³/año; los módulos II, III y IV requieren en conjunto 26.43 Mm³ de la presa de Cointzio (sólo el 37% de su bloque). La cuestión es que el acuerdo ocurra entre las partes, y en seguida OOAPAS buscaría ampliar la cobertura de potabilización y saneamiento. Pero hay que recordar que la conducción del agua tratada hacia la zona agrícola implicaría grandes gastos que los campesinos no podrían realizar, aunque el Estado ponga un porcentaje. Quizá si los contaminadores asumieran el total de gastos como PHU para la conservación, que asciende hasta los \$8,000,000.00, en condiciones óptimas, los agricultores podrían avanzar; a ese monto se le sumaría los gastos por conservación de los módulos II y IV.

En un diálogo participativo con los módulos II, III y IV,¹²¹ se llegó a la conclusión de que la idea de intercambio podría significar mayor vulnerabilidad, ya que se perderían un derecho ganado, el cual no están dispuestos a ceder, y menos en condiciones poco claras o que los pone en desventaja significativa, principalmente a los campesinos de menores recursos. Un trato como este es irreversible en el marco de la LAN, porque se da prioridad a lo urbano por encima de la agricultura, sin asumir que es un privilegio para la *vida urbana* por encima de una *vida rural* (familias, agricultura, ganadería, pesca, y otras), la base de la economía. Más aún, ante los eventos climáticos adversos, los cambios político electorales, y la baja de presupuestos, quizás signifique mayor problema, que los mismos técnicos del distrito dudan de las propuestas del Estado. En primer lugar, es necesario reconocer y apoyar el derecho de agua residual tratada, previo a cualquier negociación de derechos de la Presa de Cointzio, si en

¹¹⁹ Ver: <https://odis.mx/quienes-somos.html>

¹²⁰ Propuesta recomendada por el director de la Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas (CEAC), en la administración del gobierno estatal 2015-2021, quien concedió una entrevista a profundidad.

¹²¹ Fecha 4 de febrero de 2019 en las instalaciones del módulo de riego III. Reunión que se realizó ante la posibilidad de diálogo con la nueva administración del OOAPAS Morelia (Morena) (2018-2021), la cual lanzó dos propuestas generales: el intercambio de aguas y el reúso de los biolodos de la PTAR Atapaneco. En ese momento no se tenía en cuenta el tema de los derechos del agua, aunque con el paso del tiempo se dieron pistas del posible conflicto por los derechos del agua, pero a la fecha no se resuelve el tema.

verdad el Estado quiere avanzar en el reúso del agua en la cuenca y evitar la sobreexplotación del recurso hídrico.¹²²

En el supuesto de que los agricultores cedieran el 37% de su agua, como símbolo de buena voluntad política, cabe la ventaja de disminuir la sobreexplotación del acuífero (OOAPAS extrae hasta 37.71 Mm³), por lo que la reserva de la presa tendría doble uso.¹²³ El organismo cerraría operación de pozos, lo que tal vez restaría costos como PHU en lo urbano. Además, el organismo tendría que ampliar la potabilización, y por supuesto, hacerse responsable del ciento por ciento de las aguas residuales en primer lugar (su asignación por consumir 83.47 Mm³).¹²⁴

La pregunta es si el OOAPAS podrá sostener los PHU de saneamiento necesarios, evitando en la medida de lo posible las pérdidas en el sistema de alcantarillado, que pueda reflejarse en una disminución de volumen de excreción. Además, tiene el reto de enfrentarse al orden político, ya que el sistema tarifario se define de ese modo, y no necesariamente por los gastos de operación y mantenimiento del servicio como PHU. Usualmente, los organismos operadores no logran un aumento de tarifas a menos que sea respaldado por los cabildos, donde hay choques políticos entre partidos.

Por otro lado, desde el punto de vista técnico, si se pone sobre la mesa el hecho de que las tecnologías de tratamiento de aguas residuales son de alta demanda energética y de alta obsolescencia programada, quizá el OOAPAS no logró el objetivo; hoy en día se ha creado un mercado emergente del saneamiento, que lleva a diversas empresas a incursionar con ánimo de

¹²² La construcción de plantas de tratamiento es una demanda que los agricultores señalaron desde los noventa ante la contaminación de sus aguas por CEPAMISA (Ávila, 2007, p. 137), un tema olvidado, pero que está en la memoria de los agricultores que se manifestaron de manera organizada: Que CEPAMISA pagaría un estudio de impacto ambiental; Que se formaría una brigada integrada por representantes de la industria, los tres niveles de gobierno y los campesinos para el análisis de la situación del distrito y los niveles de deterioro ambiental; Que se promovería la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales y se invitaría a las industrias a reducir la contaminación del agua; Que se realizarían reuniones para analizar la situación jurídica de CEPAMISA en relación al uso y pago del agua al SAPA.

¹²³ El bloque agrícola de la presa equivale a 33.40 Mm³, sumando el volumen del módulo I de la tenencia Morelos (6.97 Mm³), el cual no se podría tocar porque está aguas arriba de la PTAR Atapaneo, a menos que exista una alternativa de reúso en esa zona.

¹²⁴ Las fuentes de agua: 37.71 % de pozos, 36.10% de la Mintzita, 23.38% de la presa, 1.54 de San Miguel, y 1.27% de El Salto y la Higuera. Por otro lado, se afirma que el sistema tiene una baja eficiencia en la distribución de agua, ya que se pierde el agua como fugas. Respecto al saneamiento, hay 8 PTAR a cargo del organismo: Arko San Pedro (10L/s), Atapaneo (1055.72 L/s), Cuto de la Esperanza (3.50L/s), Ignacio Zaragoza (2 L/s), Itzúcaros (89.32 L/s), Lomas de la Maestranza (6.40L/s), San Miguel del Monte (1.00L/s), Villa Magna (2.10L/s), en conjunto suman 36.90 Mm³/año de saneamiento, a reserva que se tengan complicaciones operativas. Este valor no suma ni el 50% del bloque de agua que recibe el organismo, ni restando las pérdidas.

lucro, insensibles de las necesidades socioeconómicas de los organismos públicos, e ignorando aspectos técnicos básicos, promoviendo muchas veces *procedimientos hidro(in)útiles* (PHI).¹²⁵

Y, por si fuera poco, si se agrega al análisis de este tema el esquema *público-privado*¹²⁶ con el que opera el OOAPAS para el saneamiento de las aguas (reglas del BM y otros organismos), la oportunidad de sostener una infraestructura de mayor magnitud podría llevar al organismo a mayor complicación financiera. Claramente se está lucrando con una necesidad básica o, acaso, ¿La empresa privada está dispuesta a ofrecer el servicio con un margen de ganancia limitada o regulada por el Estado?¹²⁷ No está en su racionalidad, y por ello el costo de esa agua sería alto, fuera del alcance de los agricultores si se les quisiera cobrar; \$2.01/m³ (promedio anual), muy alejado de los \$250/riego (2000m³).

En la perspectiva de los directores que han pasado por el organismo, a partir de Juan Luis Calderón Hinojosa, la puerta para iniciar el saneamiento de las aguas fue contratar a AquaSol Morelia (TICSA) (2007), la cual otorga un servicio parcial. En el diseño de la planta no se incorporó el manejo de los biolodos hasta la etapa final de secado (un residuo de manejo especial). Por ello, hasta la fecha el organismo operador asume alrededor de \$500,000.00 mensuales para el traslado de los mismos (monto actualizado al mes de octubre de 2019). Es un residuo que no se consideró por alguna “razón”. Por otro lado, se ha considerado que los agricultores los recibieran para sus parcelas, no obstante, ellos creen que es un traslado de más costos y de contaminantes al valle, y ponen en tela de juicio la operación eficiente de la planta de tratamiento y de la calidad de los biolodos.¹²⁸

¹²⁵ La Subdirección de Operación de la CEAC, a cargo del ingeniero Octavio Castro Guzmán, elaboró un inventario de plantas de tratamiento de aguas residuales de las cuencas en el estado de Michoacán (2014-2015), del cual se extrae textualmente lo siguiente: El número de plantas urbanas y rurales registradas a la fecha es de 135. [...] Existen irregularidades operativas, entre otros problemas no menos importantes como A) el empleo de tecnologías no probadas, B) dependencia tecnológica, C) incumplimiento de las disposiciones normativas y falta de regulación en la revisión y validación de proyectos, D) deficiencias en la entrega de recepción de las PTAR, E) proyectos inadecuados, F) deficiente capacidad de las empresas y G) supervisión deficiente.

¹²⁶ TICSA, empresa privada a cargo del servicio de saneamiento con OOAPAS Morelia (en Atapaneo y los Itzícuaros), para más información consultar <http://www.ticsa.com.mx>

¹²⁷ El costo de operación mensual (y deuda de la obra) se encuentra en alrededor de los \$12,000,000.00 mensualmente. Un dato que debe corroborarse, ya que fue obtenido mediante una plática con un técnico del organismo.

¹²⁸ De este tema en concreto, y como parte de la perspectiva de la IAP, se avanzó con la nueva administración del OOAPAS y la empresa Tierra Viva en un anteproyecto para el manejo adecuado de los biolodos en el terreno del Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, de manera que se pueda dirigir a la zona de riego sin más riesgos por la exposición a microorganismos patógenos. El propósito, además de apoyar al organismo operador para reducir este gasto, es que el biolodo tenga un tratamiento adecuado, a nivel de compostaje que pueda reusarse a costo

Por último, continúa el dilema de con qué recursos trasladar esa agua para reúso. A pesar de que los productores tengan la voluntad de ceder su agua (un supuesto), no importando lo que implique para el OOAPAS, ellos tendrían que aportar recursos para el pago de PHU por conducción, también sujeto a los recursos disponibles del Estado, ya que el contrato con la empresa acaba en el momento en que descarga el agua tratada al Río Grande de Morelia. Parece que los campesinos y sus familias están destinados a asumir los costos de la ineficiente gestión y manejo del agua de la cuenca alta y áreas aledañas, incluyendo el bloque industrial¹²⁹ y de otros usos.

Su única alternativa es la organización y planeación para confrontar a los actores de otra manera, y que contribuyan a avanzar en la recuperación de los ríos de la cuenca; es posible que se gaste mucho menos recursos, abriendo empleos temporales para conservación el río. O bien, sobrevivir hasta donde sus capacidades y recursos les permitan, aunque probablemente sin el éxito deseado. Conforme pasa el tiempo, su poder político se debilita, ya que hay diversos factores internos que los dividen, por ejemplo, el régimen de propiedad, y el hecho de que los agricultores de edad avanzada, quienes protestaron cuando inició el problema de la contaminación se están yendo. A los jóvenes cada vez les interesa menos el trabajo en el campo, y serían los únicos en promover transformaciones si se organizan y defienden su derecho a una vida digna, empezando por el agua.

accesible para los agricultores. Esta gestión abre la puerta a futuros diálogo entre agricultores y el organismo operador para el acceso al agua de Atapaneco, al menos es la expectativa.

¹²⁹ En el REPDA se señala que el bloque industrial tiene un derecho de agua hasta por 20.63 Mm³. Pero, además, se señala que tiene un consumo de alrededor de 11 Mm³. Por ello, surge la duda ¿De dónde se conseguirán los 9Mm³ de agua faltante si la cuenca está en estado sobreexplotado en veda?



Ilustración 55. Agricultor del ejido de Plan de Ayala en la cosecha de alfalfa. **Nota.** *Fotografía recuperada en campo*

CONCLUSIONES, REFLEXIONES Y ALTERNATIVAS

La contribución de esta investigación reside en analizar la complejidad de las relaciones sociales en torno al manejo y gestión del agua en la cuenca del lago de Cuitzeo, que abarca las dimensiones de política, socioeconómica y ambiental. El estudio del manejo del agua es un ejercicio de suma relevancia, la realidad y la vasta literatura lo demuestra a través de diversos casos de la crisis socioambiental y de conflictos en torno al agua. Dada la importancia de los recursos hídricos para la reproducción de la vida, debe observarse, más allá de un elemento aislado y funcional únicamente al hombre, como una manifestación de la complejidad de la vida, donde el ser humano tiene la capacidad de aprovecharla de manera constructiva (valores de uso) o destructiva, modificando el entorno natural donde se mantiene en permanente circulación. Por ello, es imprescindible hacer la crítica a la racionalidad económica que la reduce a un objeto susceptible de explotación, transformación y venta a fin de acentuar el poder político y económico.

El presente estudio también es una pequeña contribución para la discusión de la *relación agua-agricultor campesino*, de cómo éste despliega su trabajo para poder apropiarse de ella como PHU. Se parte desde la perspectiva de la sustentabilidad, la cual se nutre del humanismo crítico y la ecología en general, y en particular, con el concepto de metabolismo social en Toledo (2013) como base teórica articuladora de saberes, en el contexto del sistema complejo cuenca. El enfoque de sustentabilidad presentado es una primera aproximación que difiere de propuestas que sólo contabilizan los flujos de materia y energía, ya que se da centralidad al *sujeto vivo necesitado*, en este caso, el agricultor (familia y organización) que requiere del agua para completar su circuito natural de la vida, y quien está vulnerable en los distintos momentos del proceso metabólico, motivo por el que es fundamental construir una racionalidad hacia la satisfacción de las necesidades humanas.

Por otro lado, la estrategia de diálogo con actores de distintos niveles de representación política fue una oportunidad para reconocer de cerca los argumentos y la intervención en la gestión con diferentes visiones, en confrontación y desacuerdos, lo que dificulta avanzar en el manejo sustentable del agua, pero que revela aspectos para comprender el ejercicio del poder en materia hídrica en la cuenca hidrológica. Asimismo, fue relevante la aproximación con los actores, como vía para recuperar y hacerles partícipes de ideas y propuestas a la crisis que

atraviesan. En correspondencia con la perspectiva de metabolismo social, el *ser* social es clave para ejercer su poder político en la construcción del conocimiento.

En respuesta a la hipótesis principal de trabajo, se concluye que la relación entre los agricultores adscritos al Módulo de Riego III y el agua residual, muestra rasgos de una fractura metabólica en los términos que expresaría John Bellamy Foster, que se acentúa en los campesinos orientados a lo agroindustrial, por lo que la reproducción social ocurre de manera no favorable. Por el hecho de encontrarse en interrelación con el metabolismo urbano-industrial en la cuenca del Lago de Cuitzeo, se excretan residuos al Río Grande de Morelia y últimamente a la presa de Cointzio. El manejo del agua contaminada aparece como un escenario crítico, parteaguas entre un nivel de bienestar y uno de escasa sustentabilidad, que puede comprobarse a través de los argumentos de los actores entrevistados (antes y después de la crisis), así como de los datos sobre los costos de conservación (PHU), la calidad del agua, así como por el valor del agua que no se reconoce en el mercado.

Los agricultores campesinos han tenido que adaptarse de manera forzada ante la crisis hídrica, que restringe el margen de decisión para cultivar todo tipo de productos, debido a que las municipalidades e industrias reducen significativamente el valor de uso del agua, y la convierten en un *satisfactor nocivo*. El agua charandosa que los campesinos guardan en sus memorias, era un *satisfactor* positivo que les permitía producir al estilo milpa, y que también era fuente de agua para consumo directo y de sus animales. Es decir, la apropiación de las aguas residuales ha transformado el metabolismo rural a nivel de consumo indirecto y directo, entre otros lamentables hechos, como la muerte por la ingesta de agua de los canales de riego. La calidad del agua charandosa era similar a la que guarda la presa de Cointzio, no obstante, en los últimos tiempos la presa ha acumula lirio acuático y coliformes fecales. Es un asunto que debería preocupar y ocupar a la ciudadanía de Morelia y diferentes niveles de gobierno, pero principalmente a los productores, ya que siguen en desventaja en términos de la apropiación de acuerdo al actual marco legal (Ley de Aguas Nacionales).

Los campesinos afectados, no conformes con la ilegalidad de la descarga de aguas residuales a sus fuentes de agua, se han esforzado para cubrir desde los noventa los costos como PHU, que no se reflejan en el mercado ni en el bienestar de su familia. En el corto plazo (un ciclo agrícola) representa hasta \$8,000,000.00 anualmente, que cubriría un nivel óptimo de

conservación de canales como PHU. De tal monto, sólo pueden aportar alrededor de \$2,500,000.00, gasto que les aleja de su derecho al agua para la subsistencia, como una violación al 4° constitucional (reforma del 8 de febrero de 2012). Esto significa no tener un sistema de conducción óptimo y pagos dignos a los trabajadores asalariados (canaleros, etc.), lo que implica baja eficiencia en el uso del agua, sinónimo de pérdida del líquido durante la conducción; se tiene un 65% de eficiencia aproximadamente.

Los PHU equivalen a altos costos monetarios, pero las consecuencias en las siguientes fases del metabolismo rural no podrían cuantificarse porque son tantas las familias que han perdido años y años de bienestar. En palabras de Joan Martínez-Alier, se afirma que hay una deuda ecológica con los productores del valle, desde la apropiación hasta el consumo, desde quienes no han asumido su responsabilidad como poder corrompido, gobierno y sociedad incluso. Por consiguiente, la cuantificación o cálculo de externalidades son altísimas, inconmensurables. Sólo queda analizarlos de manera cualitativa, y establecer algunos instrumentos de medición en el futuro como línea pendiente de trabajo, a manera de visibilizar las consecuencias de la política hídrica mercantil. Entre los efectos colaterales se subrayan algunos a continuación.

Durante la *transformación*, el potencial productivo de las tierras ya no se puede aprovechar, pues se ha cambiado al modelo de monocultivos, en un esquema más contaminante aún. La contaminación del agua limitó la producción diversa de cultivos, pasando de un agrosistema altamente diversificado, Milpa, hacia el monocultivo (granos y forrajes) para el mercado. No obstante, la contaminación representa un criterio parcial para decidir el modo de producción, ya que agricultores con una fuente de agua de pozo también adoptaron ese modelo, resultado de la política agroalimentaria que tiene mayor peso. El cambio hacia el modelo moderno agroindustrial se interpreta como un atraso importante, no solo en términos productivos, sino en la posibilidad de que las familias sean autosuficientes (sustentabilidad).

Además, resultado de ese modelo de manejo y gestión agrícola, se *excretan* residuos tóxicos al ambiente, que afectan de manera incalculable la salud de la población expuesta. La actividad agrícola en el valle se basa en insumos que propician contaminación difusa; la aportación de los campesinos es menor respecto a los que practican de manera voluntaria el modelo agroindustrial, y el pago por PHU de conservación es igual para ambos. No hay restricción alguna para su acceso, e incluso las municipalidades proveen por la necesidad de “controlar”

diferentes plagas, por ejemplo. Tiene impactos negativos ya que este tipo de contaminación se esparce de manera no controlada. Ocurre un gran consumo de energía fósil para remover todo el lirio acuático acumulado. Es un gran esfuerzo que se diluye a la vuelta del siguiente ciclo, pues es una planta acuática de rápida expansión. Curiosamente, la planta (así como el trabajo del MRIII), sirve como humedal (no natural) que evita hasta cierto punto que el lago de Cuitzeo reciba exceso de residuos de la cuenca alta.

A pesar de que a los productores se les señala como responsables de la excreción de tóxicos en algunos espacios públicos, lo cierto es que se le ha orillado a ello, en parte por la contaminación del agua, y además por la difusión del modelo agrícola moderno que no tiene regulación alguna en el uso de sustancias prohibidas, como el glifosato o paraquat. A pesar de ello, es alentador ver pequeñas experiencias de agricultores campesinos ocupados en aprender nuevas prácticas agrícolas libres de tóxicos. Tal vez no sea suficiente aún, y habría que motivar la capacitación para aprender técnicas ecológicamente viables. Así, el manejo del agua podría concebirse de manera sostenible en la etapa de excreción a los drenes. De hecho, los mismos agricultores tienen disposición de apoyar a otros productores a que aprendan las técnicas, por ejemplo, el supermagro.

Por otro lado, en el mercado (*intercambio*) los productores reciben poco del mucho esfuerzo que inyectaron a su tierra y al agua como PHU, ya que el producto termina en manos de otros. Cuando la cosecha está lista, el campesino se enfrenta al mercado. Su expectativa es recibir un ingreso a cambio de sus cultivos, de tal magnitud que le permita volver a iniciar otro ciclo, y pagar algunas necesidades, entre ellas pagar el derecho de agua en el MRIII. Esta posibilidad pasa por la oferta y demanda, y como la producción de grano y forrajes es masiva en el valle (sobreoferta), la recuperación de costos de producción es limitada. Los acaparadores están bien organizados y pagan lo que les permita percibir la mayor ganancia posible. En este contexto, al productor se le va casi todo su esfuerzo, así como el agua que tiene por derecho (agua virtual); no en todos los casos ocurre, ya que, quienes deciden acertadamente recircular o vender (comerciante) por cuenta propia tienen mayor posibilidad de realizar el agua en la etapa de consumo.

En lo que respecta al *consumo*, el agua ya manifiesta como cultivos o ingreso, no cubre las necesidades de la familia de manera suficiente, tal como ocurría antes de la crisis hídrica en el

valle. Esto es variable como se ha señalado, ya que en áreas donde se siembra hortalizas, es factible el autoconsumo e intercambio con otros productores, sin necesidad de utilizar dinero. En contraste, en las áreas de riego rodado (77% de la superficie del módulo) el autoconsumo se reduce al 10%, pero incrementa un poco más si se recircula en el autoconsumo (ganado). El metabolismo rural se ha transformado de tal forma que los agricultores son parte de una gran cadena de valor, en la que ellos son la base, pero a su vez, son los trabajadores (aunque propietarios ejidales) con mayores carencias.

De alguna manera, los modos de gestión y manejo agrícola son resultado de la crisis hídrica, así como de la promesa de que el modelo agrícola moderno traería mayores rendimientos; lo que es cuestionable ante la pérdida de cadenas tróficas que propicia las plagas, menor fertilidad de los suelos, contaminación difusa y enfermedades, migración de familiares, y otros problemas sociales. Entonces, el manejo del agua contaminada expresa un grado de *pobreza hídrica*, aguas arriba en la apropiación, y aguas abajo en la transformación, circulación y consumo de valores de uso, fases en las que ocurre el proceso de valorización del agua como PHU y cultivos que no se reconoce en el mercado. Los momentos materiales en que esto ocurre merece ser estudiado a fondo, ya que en este trabajo se abordaron de la manera colateral con el fin de visibilizar el metabolismo con perspectiva sistémica.

Retomando el asunto de la gestión y manejo del agua durante su apropiación como parte central de la presente tesis, durante la transferencia en los años noventa, el Estado dio un golpe bajo a los agricultores. El derecho de agua especifica una concesión de la presa de Cointzio y ¡*agua residual* del río grande!, contradiciendo los planteamientos de la LAN dirigidos a preservar el agua en cantidad y calidad. La CONACEITE, como la llaman los agricultores, les entrega agua residual de manera legal, diciendo “no hay otra agua”. Si los productores quisieran proceder jurídicamente tal vez encontrarían obstáculos, porque al firmar el título, de alguna manera, “aceptaron” agua contaminada del río (agua de reúso). El módulo tendría derecho a reclamar calidad del agua por el bloque de Cointzio, pero tal vez por el porcentaje de agua del río grande no sea posible, a menos que se busque el procedimiento legal adecuado. Esto se desconoce por muchos de los agricultores, incluso de aquellos que han administrado el módulo, lo que significa una línea de investigación acción pendiente.

A pesar de las contradicciones en términos jurídicos, cabe la oportunidad de resarcir en alguna medida los daños. Si se estiman los costos por sanear el agua que se entrega a los módulos, desde cada usuario que descarga residuos al río y canales de riego, se expresarían los PHU, pagando sólo lo necesario por sanear el derecho del líquido entregado. Este valor es análogo hasta cierto punto al costo que los agricultores asumen ciclo tras ciclo para la conservación PHU, y, por lo tanto, con esa estimación en términos económicos (dinero) podría cubrirse el pago de trabajo asalariado e infraestructura necesaria (sistemas de tratamiento básico in situ) para remover residuos de los canales y drenes. Esto no resuelve el tema de la restricción de cultivos, pero al menos las deudas disminuirían significativamente para el módulo. Lo ideal es que cada usuario del agua en la cuenca resuelva el manejo del agua de manera adecuada, no obstante, los recursos destinados para ello han servido, muchas veces, para instalar PHI (procedimientos hidroyútiles).

Por otro lado, suponiendo que se avance en las responsabilidades de los usuarios aguas arriba, los agricultores aún tendrían problema por el lirio. La agroecología podría ser la alternativa para reducir significativamente la excreción difusa, y ampliar la explicación del modelo agroindustrial y sus consecuencias. Además, este cambio disminuiría el impacto a usuarios aguas abajo como son los pescadores del Lago de Cuitzeo y otros consumidores no humanos (peces y otras especies). La LAN habla de regular las descargas difusas, por ello el Estado debe apoyar al desarrollo de técnicas y capacitaciones a los productores, principalmente a quienes están convencidos de que el modelo agroindustrial es la mejor alternativa. Este tema es una inquietud de investigación acción participativa.

Respecto a los eventos climáticos adversos, los agricultores están aún más vulnerables en el tema del manejo y gestión, tanto los campesinos como los de tipo agroindustrial. No hay quien responda o ayude a resarcir los daños, lo que lleva a un mayor nivel de *pobreza hídrica* en el valle. Los apoyos del gobierno del estado de Michoacán (SEDRUA) desmotivan a los campesinos, ya que \$1,500.00 o \$2,000.00 por hectárea perdida no cubre la deuda que cada uno adquirió al inicio del ciclo. Las condiciones climáticas de los últimos ciclos se han empeorado, afectando durante la apropiación y transformación del agua en la parcela. Puede observarse en las temperaturas que demandan riegos de auxilio, resultado de las precipitaciones a destiempo, prolongadas hasta diciembre, inundaciones por falta de recursos para la mejora de canales ejidales internos y zanjas, granizadas repentinas, y otros fenómenos

que llevan a la pérdida parcial o total de los cultivos. Existe una gran incertidumbre en el devenir y la planeación del ciclo agrícola desde el Distrito de Riego 020 (DR020); es un gran reto que resolver.

Los fenómenos climáticos destruyen el valor producido, es decir, el trabajo que se ha avanzado en la parcela, en el nivel del módulo como PHU y en el DR020. Todo se diluye y no hay un responsable con quien gestionar el siniestro. A pesar de que el gobierno ha impulsado apoyos, representa un monto insuficiente para responder a los más de 1,420 productores que reportaron pérdidas en el periodo 2016-2019 (que incluso son más, 250 productores adscritos al MRIII); molestos y desmotivados no queda más que empezar de cero, añadiéndose más esfuerzo para levantar lo que queda en su parcela, el que no recuperarán. Estos eventos son heterogéneos en el polígono del módulo, que difícilmente pueden explicarse mediante los datos del SMN (CONAGUA), ya que son normales estadísticamente representativas, que no tienen capacidad de explicar lo que ocurre, solo sirven como referente de comportamiento esperado. Sin embargo, al comparar estos datos de las normales con la estación Morelia Observatorio, se observó que efectivamente los siniestros habían ocurrido, principalmente el desfase en la precipitación.

Sobre este tema se requiere profundizar el análisis climático, ya que lo recabado hasta el momento es apenas una aproximación del problema de manera general. Así mismo, proponer alternativas para sobrellevar el ciclo agrícola atípico, principalmente en los meses de abril, mayo y junio, cuando las lluvias se tardan, y que dependen de la presa de Cointzio. La reforestación del valle es una alternativa que los agricultores visibilizan, ya que se han talado árboles endémicos como el mezquite, los cuales también eran fuente de alimento. Por el resto de eventos climáticos se podría avanzar en medidas de adaptación, lo que también representa una línea de investigación por recorrer.

Desde la dimensión política o gestión del agua, el grado de participación e incidencia de los agricultores sobre dichos factores socioambientales es limitada, y muchas veces ignorada, en los diferentes niveles de gobierno, e incluso al interior del módulo. La demanda por el agua de calidad no se materializa en políticas y programas locales que atiendan la contaminación, y menos sobre lo climático al ser un tema relativamente reciente y no aterrizado por los gobiernos. Los representantes de la organización del MRIII no han logrado posicionar sus

demandas a un nivel de mayor atención debido a la falta de comunicación, organización y cooperación entre los mismos agricultores campesinos de pequeños propietarios agroindustriales, por lo que es importante incentivar la *democracia participativa* al interior del módulo, y hacia el exterior, a través de mayor apoyo a los agricultores del valle para que el *poder delegado* se ejerza a favor de sus necesidades, y no en contra o de manera limitada.

Al trasladarse las responsabilidades del Estado y de los contaminadores hacia los agricultores, se ha ejercido un *poder fetichizado*, básicamente por demandarles autosuficiencia en un contexto ambientalmente vulnerable. La ausencia de un marco legal que realmente regule y vigile a los usuarios del agua en la cuenca es un motivo. No obstante, el marco normativo en materia hídrica, a pesar de ser una referencia limitada, caduca y mercantilista que urge reformar, quizá sea una herramienta de gestión que los agricultores pueden utilizar para sumar a las municipalidades a su responsabilidad; no como “apoyo” o “dádiva”, sino como un deber, con base en los costos a corto plazo para remover los residuos, hasta que los responsables se organicen para responder a las normas para la descarga de contaminantes a los cuerpos de agua y canales de riego.

De esta manera, quizá los campesinos podrían sustituir el método de presión de tapar los drenajes, ya que esto sólo afecta a la población, de la cual ellos mismos forman parte. Más allá de su condición como agricultores, también son usuarios domésticos, y podrían, en cambio, ejercer presión a su municipio para conocer los planes de manejo de las aguas en su localidad, como un derecho al conocimiento y de transparencia del ejercicio del poder en materia hídrica. Sin embargo, la organización débil al interior del módulo de riego no permite avanzar más allá de su verdadero poder político. En ese sentido, el marco que propone Ostrom podría ser una base para motivar la *autogestión*, porque hoy día las reglas para el manejo y gestión del agua las impone el Estado, y las normas que el MRIII define muchas veces no se respetan por diferentes motivos. Así también, los agricultores podrían incorporarse a la propuesta de reforma de la LAN desde la sociedad organizada, si les parece una alternativa viable.

A pesar de la debilidad durante la gestión, en el caso de Morelia, los agricultores se resisten a perder un derecho ganado con los negociantes del OOAPAS y del gobierno del Estado, quienes responden a una racionalidad economicista para “resolver la crisis del agua”, y suponen que los agricultores pueden y deben ceder aún más. En el hecho de resolver la

contaminación por la vía tecnócrata y mercantilización del agua, lo que realmente sucede es que se trasladan más costos que los agricultores no pueden pagar, ya que el mismo manejo del agua tóxica los ha llevado a una crisis de autosuficiencia, como módulo y en el ámbito familiar. ¿Con qué recursos pagar un agua de calidad (como PHU), si en primer lugar fueron despojados de un agua charandosa que les permitía una vida de bienestar y de riqueza para pagar el derecho a la misma? Ahí es cuando se observa que su capacidad para defender su único medio de vida está latente, y debe fortalecerse.

Ceder el agua de la presa a cambio de agua tratada es un riesgo que podrían tomar los agricultores. Aunque, personal de administración de la CONAGUA y DR020 prescriben un alto riesgo para los productores, ya que una cesión es irrevocable; en la misma comisión hay puntos de vista a favor y en contra. Así, los negociantes del agua en la cuenca no toman en serio el asunto de los agricultores. Como población marginada y vulnerable socioeconómica y ambientalmente hablando, no hay manera de que los módulos respalden las demandas, a pesar de que les etiqueten de manera errónea como personas “difíciles”, y con otros adjetivos despectivos. Es necesaria la solidaridad y apoyo a los pobladores afectados ambientales, evitar toda forma de privatización del agua, en cada momento del metabolismo para garantizarlo como recurso para la vida.

En síntesis, se presentan algunos puntos para la reflexión y motivación del diálogo participativo, tanto con los agricultores como con los lectores de este trabajo, para abordar la crisis hídrica en el valle agrícola. En primer lugar, construir una visión integral de la cuenca, y reconocer la interdependencia de sus elementos, desde la cuenca alta hasta la cuenca baja. En segundo lugar, reconocer las bondades del agua charandosa, que generaba alta productividad, no plagas ni plaguicidas, pesca, ambiente limpio, satisfacción de necesidades y desarrollo integral de las familias. En tercer lugar, poner el contexto histórico de los derechos ganados en el reparto agrario, por el derecho a la tierra, al agua y al trabajo; y que el Estado propició la ruptura con los agricultores en los años noventa, transfiriéndoles responsabilidades en un contexto ambiental y económico vulnerable.

El siguiente punto es comprender a fondo la crisis que atraviesan los agricultores, y subrayar la condición de sujetos afectados económica y ambientalmente. El quinto punto es modificar que el uso urbano-industrial tenga prioridad de uso por encima de la vida rural, algo que debe

moderarse o regularse bajo otros criterios, como establecen Pedro Arrojo y David Barkin. El sexto punto es tener en cuenta los derechos de agua actualmente, de lo contrario la privatización del agua se acentúa en los PHU de saneamiento, por ejemplo. El siguiente elemento es afirmar que la crisis hídrica es resultado del manejo y gestión urbano-industrial, y que por consiguiente se trasladan costos y no se reconoce el contenido de valor del agua en el mercado. El octavo punto es que el agua no puede llegar a su destino si hay residuos por remover. Y el último punto es que, si al agricultor se le apoya en todo el proceso metabólico, es posible que pueda pagar sus derechos de agua como PHU, pero sólo lo justo, no más como afirma Jorge Veraza.

Los agricultores requieren agua limpia hasta las derivadoras, con recursos del Estado, y de los concesionarios y asignatarios de la cuenca. A partir de ahí, corresponde al módulo rehabilitar y tecnificar su sistema para mejorar el manejo y evitar pérdidas de agua en la medida de sus posibilidades. Como resultado, el módulo reduciría costos y elevaría eficiencia, y sin duda, podría ceder agua para otros usos, como trasladarse hacia el lago de Cuitzeo para evitar el problema de las tolvaneras. Si el agua se cede al bloque urbano e industrial, se estaría premiando un estilo de manejo insustentable del agua, debido a que la eficiencia de conducción en la ciudad de Morelia es baja. Entonces, la pregunta que surge es ¿Por qué el Estado quiere entregar más agua a un asignatario o concesionario que no es eficiente en el manejo del agua en la etapa de saneamiento? Y ¿Por qué querer quitar un derecho a otros, sin antes levantar el nivel de eficiencia tanto en distribución como en saneamiento?

Así también, es necesario saber si la infraestructura de saneamiento de Atapaneo es adecuada (que garantice en cantidad y calidad el agua), plantear de manera seria cómo llevarla a las derivadoras, y saber los límites del reúso por parte de lo urbano. El módulo de Charo podría estar aprovechando esa agua desde su arranque en operación, ya que no sólo es parte de su derecho, y la PTAR está cerca del módulo, lo que ayudaría a bajar sus costos de conservación. La construcción de la PTAR se aceptó como proyecto que traería beneficios sociales, lo que no se ha realizado. Los agricultores denuncian una práctica corrupta, ya que se les solicitó firmas para el proyecto y no se les ha apoyado. De hecho, los productores demandaron la construcción de una planta de tratamiento desde los noventas, un compromiso olvidado por los gobiernos.

También sería necesario solicitar a la empresa TICSA, encargada del saneamiento de las aguas urbanas, entregue un informe de la operación de la planta a lo largo del tiempo (desde su arranque), en el sentido de que se garantice que los productores tendrán un agua en cantidad y calidad oportuna. Así mismo, que los usuarios de Morelia están pagando lo necesario por ese servicio, no más... Si ha de garantizarse el derecho humano al agua, es mediante procedimientos hidroútiles que los usuarios de lo urbano pueda pagar, conscientes de qué procesos se requieren. En primer lugar, a través de PHU con menor costo energético, y que la tarifa refleje un salario adecuado a los servidores de los organismos públicos. De no poder alcanzar el objetivo, la ciudad debe transitar hacia el manejo sustentable de sus residuos, como el uso del baño seco, una ecotecnología necesaria para evitar la restricción de cultivos diversos.

Quedó la inquietud de analizar varios aspectos de corte técnico. En primer lugar, el análisis AREST (análisis de riesgo a exposición de sustancias tóxicas), ya que es una herramienta que permitiría conocer cómo el manejo de aguas contaminada (y agrotóxicos) trae consecuencias serias a la salud de los agricultores y población aledaña a los canales de riego, lo que implica recurrir a un especialista en la salud y toxicología. También, profundizar sobre los datos cuantitativos de calidad del agua que contribuiría hasta cierto punto en conocer el impacto en los suelos, por la presencia de sustancias que modifican la fertilidad de los mismos.

Por otro lado, el trabajo abona a reflexionar sobre el ejercicio del poder de los diferentes niveles de gobierno, e incapacidad de reconocer a los actores que sobrellevan las consecuencias del manejo del agua en la parcela, marginados en la periferia y destinados a propuestas poco viables, por lo que deben pasar un proceso entrópico y renovarse para ejercer el *poder delegado* de otra manera. Si en verdad se busca avanzar en la crisis hídrica de la cuenca, es necesario que no se les pida a los agricultores que cedan más de lo que ya el Estado les ha orillado. Es un acto fetichizado del ejercicio del poder que no contribuye al desarrollo de la vida rural.

Por último, la presente investigación es potencialmente una base de discusión y reflexión con los agricultores. Desde la perspectiva de la investigación acción participativa, es importante dialogar los resultados de este ejercicio con el propósito de confrontar de otra manera la crisis hídrica. De hecho, uno de los avances más satisfactorios ha sido que algunas ideas de este

trabajo participativo ya se discuten en el módulo, y los representantes han visto la necesidad de apoyo académico en futuras gestiones. En ese sentido, y a pesar de las limitaciones que se tuvieron a lo largo de estos tres años de acompañamiento, representa un avance fundamental en lo personal. Hoy día se planea una agenda de trabajo para los próximos dos años, entre lo que se destaca la recuperación de investigaciones académicas pasadas y conformación de mesas de diálogo entre académicos, agricultores de todo el módulo y nivel gobierno.

Cabe agregar que es necesaria y urgente la vinculación *actores -investigador* si se busca trabajar en el marco de la sustentabilidad o cualquier otra área de las ciencias que estudie la relación hombre-naturaleza, en todas las fases del metabolismo social. Los estudios parciales o alejados de los actores de la vida cotidiana ya deberían superarse, en el sentido de que no existe otra manera de comprender y enfrentar los problemas socioambientales como la crisis hídrica, socioeconómica, y de gobernabilidad. De esta forma, tanto los estudiantes investigadores como la sociedad civil que enfrenta algún problema, podrán retroalimentarse y encontrar pistas para atender las necesidades en la medida de las posibilidades.

REFERENCIAS

- Aboites, L. (1998). *El agua de la nación. Una historia política de México (1888-1946)*. México: CIESAS.
- Acosta, A., y Martínez E. (2009). *El buen vivir. Una vía para el desarrollo*. (Segunda ed.). Colección Pensamiento Latinoamericano. Santiago de Chile: Editorial Universidad Bolivariana S.A.
- Altieri, M. y Toledo V. M. (2011). La revolución agroecológica en Latinoamérica: Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino. *Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología SOCLA* 38 (3), 587-612.
- Arellano, D., y Cabrero, E. (2005). La Nueva Gestión Pública y su teoría de la organización: ¿son argumentos antiliberales? Justicia y equidad en el debate organizacional público. *Gestión y Política Pública*, XIV (3), 599-618.
- Arellano, D. y Lepore W. (2006). Publicness y Nueva Gestión Pública: hacia una recuperación de los valores de lo público. *Centro de Investigación y Docencia Económicas CIDE* (178) pp. 1-29.
- Arizmendi, L. (2016). Planetary management y crisis ambiental mundializada. *El Capital ante la crisis epocal del capitalismo. Luis Arizmendi*. (pp. 133-166) México: Instituto Politécnico Nacional.
- Arocena, J. (1995). *El desarrollo local: Un desafío Contemporáneo*. (Primera edición). Venezuela: Centro Latinoamericano del Economía Humana- CLAEH / Universidad Católica del Uruguay/ Editorial Nueva Sociedad.
- Arrojo, P. (2006). Las funciones del agua: valores, derechos, prioridades y modelos de gestión en *La gestión del agua urbana en México: retos, debate y bienestar*. David Barkin coordinador (pp. 47-56). México: Universidad de Guadalajara.
- Arrojo, P., Ávila, P., Bogantes, J., Breceda, M., G.M, Castro, J., E., , Clarke, T., et al. (2006). *La gota de la vida: hacia una gestión sustentable y democrática del agua*. México / Cuba: Fundación Heinrich Böll /Oficina Regional para C.A.
- Arto, I. (2009). El metabolismo social del país Vasco desde el análisis de flujos de materiales. *Revista de economía crítica* (8)43-80.
- Ávila, P. (1994). Conflictos por la contaminación y gestión del agua en el Distrito de Riego Morelia-Queréndaro. *Relaciones* 60 (16), 221-50.
- Ávila, P. (1999). El valle Morelia-Queréndaro y su deterioro ambiental en *Frutos del campo michoacano*. Editado por Esteban Barragán (pp. 171-89) Zamora: El Colegio de Michoacán.
- _____ (2002). *Agua, cultura y sociedad en México*. México: El Colegio de Michoacán A.C.
- _____ (2003). De la hidropolítica a la gestión sustentable del agua. en *Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI*. (pp. 41-53) México: El Colegio de Michoacán y la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- _____ (2007). *Agua, ciudad y medio ambiente. Una visión histórica de Morelia*. (1ª Ed). México: Universidad Nacional Autónoma de México; Secretaria de Desarrollo Social: H. Ayuntamiento de Morelia / Observatorio Urbano de Morelia.
- _____ (2016). Hacia una ecología política del agua en Latinoamérica *Revista de Estudios*

Sociales (55),18-31.

- Barbosa, C., Winston, J., Barbosa, H., J., C., y Rodríguez, V. M. (2013). Revisión y análisis documental para estado del arte: una propuesta metodológica desde el contexto de la sistematización de experiencias educativas *Investigación Bibliotecológica* 27 (61),83-105.
- Barkin, D. (2003). La gestión popular del agua: Respuestas locales frente a la globalización centralizadora *Revista Futuros*, (25) pp. 23-33.
- _____. (2006). *La gestión del agua urbana en México: Retos, debate y bienestar*. México: Universidad de Guadalajara.
- Barkin, D. y King, T. (1979). *Desarrollo económico regional: enfoque por cuencas hidrológicas de México*. (Cuarta ed.) México: Siglo Veintiuno Editores.
- Barlow, M. y Clarke T. (2004). *Oro azul/ Blue gold: Las multinacionales y el robo organizado del agua/The multinationals and the organized stealing of water*. LUGAR DE EDICIÓN: Grupo Planeta (GBS).
- Bartra, A. (2006). *El Capital en su laberinto. De la renta de la tierra a la renta de la vida*. Ciudad de México: UACM; ITACA; CEDRSSA.
- _____. (2014). *Haciendo milpa. Diversificar y especializar: estrategias de organizaciones campesinas*. México: CIRCO MAYA/Instituto de Estudios para el Desarrollo Rural Maya A.C./ Editorial ITACA.
- Bertalanffy, L., V. (2006). *Teoría general de sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. (Edición conmemorativa 70 aniversario). México: Fondo de Cultura Económica.
- Bravo E., M., Barrera, C.G., , Mendoza, M., Sáenz, R. J. T., Bahena, J., F., y Sánchez, M R. (2012). *Contribuciones para el desarrollo sostenible de la cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán*. (Primera ed.). Morelia, Michoacán, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales/ Agrícolas y Pecuarias/ Universidad Nacional Autónoma de México/Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental.
- Burgos, A. L. y Bocco, G. (2015). La cuenca hidrográfica como espacio geográfico en *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*. (pp. 11-30) México: UNAM, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental/Fundación Río Arronte.
- Burgos, A. L., Bocco, G., y Sosa, R. J. (2015). *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*. México: UNAM, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental/ Fundación Río Arronte.
- Caire, G. (2005). Conflictos por el agua en la Cuenca Lerma-Chapala, 1996-2002 *Región y Sociedad* 17 (34) pp.73-125.
- Capaldo, G. (2011). *Gobernanza y manejo sustentable del agua*. (Primera ed.) Buenos Aires: Mnemosyne.
- Carpintero, O. y Naredo, J.M. (2007). El metabolismo de la economía española. Flujos de energía, materiales y su incidencia ecológica. *Situación2004*. Pp. 321-424.
- Carrillo, G., y Constantino, T R. (2009). El manejo del recurso hídrico, ¿escasez o un modelo de gestión inadecuado en México? en *Innovación tecnológica, cultura y gestión del agua: nuevos retos del agua en el Valle de México*. (pp. 119-35) Delia Montero Contreras, Eugenio Gómez R.; Graciela Carrillo G., Lilia Rodríguez T. (Coords.). México. Porrúa/ UAM/; H. Cámara de Diputados, LX Legislatura.

- CCLC. (2015). Comisión de Cuenca del Lago de Cuitzeo. Estructura, objetivos y acciones. *Agua.org.mx*. Recuperado de <https://agua.org.mx/biblioteca/comision-de-cuenca-del-lago-de-cuitzeo-estructura-objetivos-y-acciones/>.
- Cervantes, J. (2015). Peña Nieto Quiere Privatizar hasta el Agua Proceso. Recuperado de <https://www.proceso.com.mx/397471/397471-pena-nieto-quiere-privatizar-hasta-el-agua>.
- Chávez, Z. G. (2004). Del gobierno a la gobernabilidad de los recursos hídricos en México. en *El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. (pp. 173-82) Helena Cotler (Comp.). SEMARNAT/ Instituto Nacional de Ecología.
- Chayanov, A. V. (1974). *La organización de la unidad económica campesina*. Nueva visión.
- Chica, V. S. (2011). Una mirada a los nuevos enfoques de la gestión pública *Administración y Desarrollo* 39 (53)57-74.
- Clark, B. y Bellamy, F. John (2012). Imperialismo ecológico y la fractura metabólica global. Intercambio desigual y el comercio de guano/nitratos *Theomai* 26.
- CNDH. (2014). *El derecho humano al agua potable y saneamiento*. FALTAN DATOS
- CONAGUA y CEAC. (2009). Plan de Gestión Integral de los Recursos Naturales de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.
- CONAGUA, (2011). Saneamiento de la Cuenca del Lago de Cuitzeo. Plan de Proyecto Emblemático
- CONAGUA. (2011). *Estadísticas del agua en México*.
- Cortez L., A. (2011). Gestión y manejo del agua: el papel de los usuarios agrícolas del Valle de Mexicali *Revista Problemas del Desarrollo* 167(42)71-95.
- Cotler, Helena. 2004. *El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. SEMARNAT; Instituto Nacional de Ecología.
- Dourojeanni, A., A. Jouravlev, y G. Chávez. (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica
- Durán J., J. M., Boehm, S. B. , Sánchez, R., M. y Torres, R. A. . (2005). *Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago II*. México: El Colegio de Michoacán A.C./ Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Guadalajara.
- Dussel, E. (2006). *20 tesis de política*. (Primera ed.). México: Siglo XXI Editores /Centro de Cooperación Regional para la Educación de los Adultos en América Latina y el Caribe.
- _____. (2015). *16 tesis de economía política*. 1er reimpresión. México D.F.: Siglo XXI Editores.
- Fals, B. O. (2008). Orígenes universales y retos actuales de la IAP (Investigación acción participativa). *Peripecias* (110) pp. 1-14.
- Foladori, G. y Pierri, N. (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. (Primera ed.) México: H. Cámara de Diputados/ Universidad Autónoma de Zacatecas/ Miguel Ángel Porrúa, Librero-Editor.
- Foster, J. B. (2000). *Marx's Ecology: Materialism and Nature*. New York. Monthly Review Press.
- García, R. (2006). *Sistemas Complejos. Conceptos, método fundamentación epistemológica de*

- la investigación interdisciplinaria*. (Primera ed.) Barcelona: Editorial Gedisa, S.A.
- Gaínza V., Á. (2006). La entrevista en profundidad individual en *Metodologías de investigación social. Introducción a los oficios*. (pp. 219-261). Manuel Canales Cerón (Coord.-editor). Santiago de Chile. LOM Ediciones.
- Geilfus, F. (2009). *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. (Octava reimpresión). San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Gerbrandy, G. y Hoogendam, P. (1998). *Aguas y acequias: los derechos al agua y la gestión campesina de riego en los Andes bolivianos*. Cochabamba, Bolivia: Plural Editores.
- González, P. J. I. (2000). Guía Metodológica para el Estudio de Cuencas Hidrológicas Superficiales con Proyección de Manejo Universidad de La Habana: (inédito).
- _____. (2004). El manejo de cuencas en Cuba: Actualidades y retos. en *E.M. Ambiental. Helena Cotler (compiladora)*. México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto de Ecología.
- Guzmán, P. P. (2018). Gestión del agua en Azuay: Base de la organización rural y la trascendencia hacia la incidencia nacional. *EUTOPIA. Revista de Desarrollo Económico Territorial*, (13), 71-88.
- GWP. (2011). ¿Qué es la GIRH? Recuperado de <https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/ACERCA/por-que/PRINCIPALES-DESAFIOS/Que-es-la-GIRH/>
- Hernández, J. (2014). Evaluación del efecto del cambio climático sobre la gestión de la cantidad y calidad de un sistema de recursos hídricos desarrollado, caso cuenca del Río grande de Morelia. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo /Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental.
- Hinkelammert, F. J. y Mora H. (2013). *Hacia una economía para la vida*. Cuarta edición corregida y aumentada. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) / Editorial Universidad Nacional de Costa Rica (EUNA).
- Ibáñez, J. (2006). Presentación. en *Metodologías de investigación social. Introducción a los oficios*. (Pp. 219-61) Manuel Canales Cerón (Coord.-editor). Santiago de Chile: LOM Ediciones.
- IPCC. (2001). *Tercer informe de evaluación. Cambio Climático 2001. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas públicas y resumen técnico*. Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA/ Organización Mundial Meteorológica OMM.
- Jalife-Rahme, A. (2015). Las guerras globales del agua: privatización y “fracking”. *Librerías Gandhi*. Recuperado de: <https://www.gandhi.com.mx/las-guerras-globales-del-agua-privatizacion-y-fracking>.
- Jiménez, L. (1997). El desarrollo sustentable como proceso socioeconómico de cambio hacia la coevolución del sistema global. En UNED, 1997, Master en Educación Ambiental, Colección Monografías, 1: Pp. 9-121 UNED. Madrid: UNED- Fundación Universidad Empresa.
- Jiménez, S. R. (2011). La gestión social del agua: el programa K030 en el distrito de riego 061, Zamora Michoacán, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo* 8(3),329-44.
- Kimmelman, M. (2017). Ciudad de México, al borde de una crisis por el agua New York: *The New York Times ES*.

- Leff, E. (2001). Espacio, lugar y tiempo: la reapropiación social de la naturaleza y la construcción local de la racionalidad ambiental. *Nueva Sociedad* (28).
- Leff, E. (2004). *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. (Primera ed.) México: Siglo XXI Editores.
- Leff, E. (2005). *Ecología y capital. Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*. (Sexta ed.). México: Siglo Veintiuno Editores.
- Leff, Z. y Dan, H. (2012). La crisis del agua y el saber ambiental en *Cultura del agua en México. Conceptualización y vulnerabilidad social*. (pp. 13-24) María Perevochtchikova México: UNAM.
- López, R. L. (2009). *Agua, poder urbano y metabolismo social*. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Madrid, C. y Velázquez E. (2008). El metabolismo hídrico y los flujos de agua virtual. Una aplicación al sector hortofrutícola de Andalucía (España). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* (8), 29-47.
- Marten, G. (2001). *Ecología humana: conceptos básicos para el desarrollo sustentable*. Earthscan Publications.
- Martínez, M.C. (2006). Gestión del agua urbana en la segunda mitad del siglo XX. Esquemas institucionales, actores y agentes sociales: 1950-2004. en *La gestión del agua urbana en México: Retos, debate y bienestar*. David Barkin (coordinador). (pp. 57-73) México: Universidad de Guadalajara.
- Martínez, T., S. (2001). Estudio etnoedafológico en la rivera del Lago de Cuitzeo, estado de Michoacán Morelia: Universidad Autónoma de Chapingo/ CRUCO.
- Martínez-Alier, J. y Arcadi O. (2003). *¿Quién debe a quién? Deuda ecológica y deuda externa*. Barcelona: Icaria editorial.
- Martínez-Alier, J. Ed. (2007). *Rethinking Environmental History. World-System History and Global Environmental Change*, Lanhan, Altamira Press, 221-237.
- Martínez-Alier, J. y J Roca, J. (2016). *Economía ecológica y política ambiental*. Primera reimpresión. México: Fondo de Cultura Económica.
- Marx, C. (1974). *Contribución a la crítica de la economía política*. (Quinta ed.) México Ediciones de Cultura Popular, S.A.
- _____ (1975). *El Capital Tomo 1*. México: Siglo XXI Editores.
- Max-Neef, M. A., Elizalde A., y Hopenhayn M. (1998). *Desarrollo a Escala Humana. Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*. (Segunda ed.) Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad / Icaria Editorial.
- Max-Neef, M. A. (2004). *Fundamentos de la Transdisciplinariedad*. Recuperado de: <http://ecosad.org/phocadownloadpap/otrospublicaciones/max-neef-fundamentos-transdisciplinariedad.pdf>
- Mazari, M. (2014). Agricultura y contaminación del agua, Rosario Pérez Espejo y Alonso Aguilar (Coords.), IIEC-UNAM, 2012 *Problemas del Desarrollo*. *Revista Latinoamericana de Economía* 45(177),199-201.
- Melville, R. (2006). El concepto de cuencas hidrográficas y la planeación del desarrollo regional. en *Nueve estudios sobre el espacio: representación y formas de apropiación*. (pp. 77-90) Odile Offmann y Fernando I. Salmerón (Coords.). México: CIESAS/ IRD.

- Moctezuma, B., E. (s.f.) Iniciativa con proyecto de decreto por la que se expide la ley general de aguas y se abroga la ley de aguas.
- González de Molina, M. y Toledo, V. M. (2014). *The Social Metabolism: A Socio-Ecological Theory of Historical Change*. Toronto. Springer.
- Mollard, E. y Vargas, S. (2009). La gestión integrada de agua: una crítica social. en *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas – (pp. 111-127) Tomo II*. Guadalajara: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua /Universidad de Guadalajara.
- Montero, D. (2008). Agua y transnacionales: una historia de ganancias exitosas. en *Globalización y regionalismo: economía y sustentabilidad. Antonina Ivanova y Arturo Guillén (Coordinadores)*. (pp. 123-57) México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa / Miguel Ángel Porrúa, Librero-editor.
- Montero, D. (2009). *Innovación tecnológica, cultura y gestión del agua: nuevos retos del agua en el Valle de México*. H. Cámara de Diputados, LX Legislatura.
- Montes de Oca, A., Chávez, C., y Vizcarra, I. (2008). Agua y Estado: continuidad, ruptura y conflicto entre organizaciones sociales en las unidades de pequeño riego. en *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas*. (pp. 310-42) Tomo I. Denise Soares, Sergio Vargas, María Rosa Nuño (Eds). México Instituto Mexicano de Tecnología del Agua / Universidad de Guadalajara.
- Morales, M. (2015). Flujos de agua y poder. La gestión del agua urbanizada en la ciudad de Morelia, Michoacán. México: El Colegio de Michoacán A.C. Centro de Estudios Antropológicos.
- Murillo, D. (2002). El discurso como instrumento de la transferencia de distritos de riego: el caso de dos distritos de la cuenca Lerma-Chapala. en *Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago II*. (pp. 143-162) Brigitte Boehm Schoendube, Juan Manuel Durán Juárez, Martín Sánchez Rodríguez y Alicia Torres Rodríguez (Coords). México: El Colegio de Michoacán A.C. / Universidad de Guadalajara.
- Naredo, J. M. (1997). Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible.
- Ocampo, I. (2011). El riego campesino Atlixquense en una perspectiva agroecológica. El caso del canal San Félix, Puebla, México. En *Recomposición territorial de la agricultura campesina en América Latina*. (pp. 149-75) Javier Ramírez Juárez y Jean Christian Tulet (Coords.). México D.F.: Plaza y Valdés Editores.
- OCDE, (2013). *Making Water Reform Happen in Mexico*, OECD Publishing, Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264187894-en>.
- OOAPAS, (2018). *Morelia: un caso de éxito en re-úso de aguas tratadas*. Morelia, Michoacán.
- Ostrom, E. (2009). *El Gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. México. Fondo de Cultura Económica.
- Padilla, E. (2012). La construcción social de la escasez de agua: Una perspectiva teórica anclada en la construcción territorial. *Región y sociedad* 24 (SPE3), 91-116.
- Padovan, D. (2000). The concept of social metabolism in classical sociology. *Revista Theomai (edición electrónica)*. *Red Internacional de Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo Universidad Nacional de Quilmes Argentina* (2).
- Peña, F., Vargas S., y Romero, R. (2013). *Resistencia a las políticas de gestión del agua en México. La Transferencia del distrito de riego Tula, Hidalgo*. (Primera ed.) México: El

- Colegio de San Luis.
- Pérez, C., F. (2014). *Gestión pública y social del agua en México*. (Primera ed.) México: Secretaria de Desarrollo Institucional.
- Pierri, N. (2005). Historia del concepto de desarrollo sustentable. en *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. (pp. 27-81) Guillermo Foladori y Naína Pierri, (Coords.) México: H. Cámara de Diputados / Universidad Autónoma de Zacatecas/Miguel Ángel Porrúa, Librero-Editor.
- Porto-Gonçalves, C. W. (2006). *El Desafío Ambiental*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Pradilla, E. (1996). Gestión social y responsabilidad del Estado en una política social alternativa. pp. 155-172 en: Asa Cristina Laurell (coord.), 1996, *Hacia una política social alternativa*, Publisher: Instituto de Estudios de la revolución Democrática, Friederich Ebert Stiftung, pp.155-172.
- Quiahua, A., G. (2016). Impactos socio-ambientales en la cuenca de Cuitzeo por las aguas residuales de la ciudad de Morelia. en *IV Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas*, At Xalapa, Veracruz, México.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Recuperado de: URL <https://www.R-project.org/>.
- Ramírez, A. (2016). Plantea CEAC comercializar agua tratada a agricultores. *Amanecer de Michoacán. El Periódico del Valle Morelia-Queréndaro*, 5.
- Ramírez R., J. L. (2009). Procedimiento para la Elaboración de un Análisis FODA como una Herramienta de Planeación Estratégica de las Empresas. *Ciencia Administrativa* Pp. 54-61.
- Romero, R. (2002). Evaluación Social de la Transferencia del Distrito de Riego 011 Alto Lerma. en *Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago II*. (p. 181) Brigitte Boehm Schoendube, Juan Manuel Durán Juárez, Martín Sánchez Rodríguez y Alicia Torres Rodríguez (Coords). El Colegio de Michoacán A.C./ Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Guadalajara.
- Rubio, B. (2003). Decálogo de mitos sobre el campo mexicano. Una visión crítica sobre algunas visiones teóricas y analíticas actuales. en *Dimensiones del desarrollo rural en México: Aproximaciones teóricas y metodológicas*. (pp. 15-32) Beatriz De la Tejera H. (Coord.). México: Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente/ Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán/ Universidad Autónoma de Chapingo/ Seminario Permanente Interinstitucional de Desarrollo Rural.
- Schmidt, A. (1976). *El concepto de naturaleza en Marx*. (Primera ed.) México: Siglo XXI Editores.
- Sedano, N. (2015). *Patrimonio Biocultural y Megaminería tóxica en México y el Mundo: Un Reto Múltiple*. Video recording.
- SEMARNAT y CONAGUA. (1992). *Ley de Aguas Nacionales y Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales*.
- Shiva, V. (2001). El Mundo en el Límite. en *En el límite: la vida en el Capitalismo Global*. (Pp. 163-186). Anthony Giddens y Will Hutton, (Eds). España: Tusquets Editores.
- Shiva, V. (2013). *Las guerras del agua. Privatización, contaminación y lucro*. (Segunda

- reimpresión), México : Siglo XXI Editores.
- Soares, D., Vargas, S., y Nuño, M. R. (2008). *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas. Tomo I.* Jiutepec, Morelos: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua/ Universidad de Guadalajara.
- Souplet, N. (2019). Cambios en el metabolismo social y la generación de conflictos socioambientales en el Perú. Zaragoza: Universidad Zaragoza. Departamento Psicología y Sociología .
- Spronk, S., Crespo, C., & Olivera, M. (2012). Las luchas por la justicia del agua en Latinoamérica: Alternativas públicas y «público-sociales». en *Alternativas a la privatización. La provisión de servicios públicos esenciales en los países del sur.* (Pp. 459-490). David A. McDonald y Greg Ruiters (eds.) Montevideo: Icaria Antrazyt.
- Toledo, V. M. (1981). Intercambio ecológico e intercambio económico, en Enrique Leff, (ed.), *Biosociología y Articulación de las Ciencias*, México: UNAM. 114-147.
- _____ (1995). Campesinidad, agroindustrialidad, sostenibilidad: Los fundamentos ecológicos e históricos del desarrollo rural. *Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales.*
- _____ (1999). Campesinidad, agroindustrialidad, sostenibilidad: Los fundamentos ecológicos e históricos del desarrollo rural. *Revista de Geografía Agrícola.*
- _____. (2008). Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. *Revista Iberoamericana de economía ecológica* (7),1-26.
- _____. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría sociológica. *Relaciones* (136),41-71.
- Tommasino, H., Foladori, G., y Taks, J. (2005). La crisis ambiental contemporánea en ¿Sustentabilidad? *Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable.* (pp. 9-26) Guillermo Foladori y Naína Pierri (Coords). México: H. Cámara de Diputados/ Universidad Autónoma de Zacatecas/ Miguel Ángel Porrúa, Librero-Editor.
- Torregrosa, M.L. (1998). Modernización del campo y crisis de las identidades sociales tradicionales en México. Un estudio de los distritos de riego. Centro de Estudios Sociológicos, El Colegio de México. Doctorado en Ciencia Social con especialidad en sociología.
- Vargas, S. (1998). El uso del agua: un enfoque crítico de la relación población-ambiente-recursos. *Papeles de Población* 4(15),177-92.
- Vargas, S. y Guzmán, N. B. (2002). Agricultura campesina en la gran irrigación: crisis y transformación socioeconómica en el sistema de riego Tepatitlán. en *Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago II.* (pp. 89-116) Brigitte Boehm Schoendube, Juan Manuel Durán Juárez, Martín Sánchez Rodríguez y Alicia Torres Rodríguez (Coords). México: El Colegio de Michoacán A.C./ Universidad de Guadalajara.
- Vargas, S. y Mollard, E. (Eds). (2005). *Problemas Socio-Ambientales y Experiencias Organizativas en las Cuencas de México.* (Primera ed.) Jiutepec, Morelos: IRD-IMTA.
- Vargas, S., Soares, D., Pérez, O., y Ramírez ,A. I. (2009). *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas - Tomo II.* Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; Universidad de Guadalajara.

- Vargas, A. (2014). *Blanqueo de Celulosa Utilizando Métodos Avanzados de Oxidación* (Maestría). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Programa de Maestría en Ingeniería Química, Morelia, Michoacán, México.
- Veraza, J. (2007a). *Economía y política del agua*. (Primera ed.) México: Editorial Itaca.
- Veraza, J. (2007b). Lucha por el agua y la energía: la lucha proletaria *Frente de Trabajadores de la Energía, de México* 92(5).
- Walljasper, J. (2011). Elinor Ostrom's 8 Principles for Managing a Commons. *On the Commons*. Disponible en: <http://www.onthecommons.org/magazine/elinor-ostroms-8-principles-managing-commons#sthash.yX0Iqey7.FIXVjOBl.dpbs>.
- Wittfogel, K. (1957). *Despotismo Oriental*. Madrid: Guardarrama.
- World Bank. (2008). *Watershed Management Approaches, Policies, and Operations: Lessons for Scaling Up*, Water sector board discussion paper series, Paper No. 11.

ANEXOS

Capítulo III

Anexo a. Estimación de la evapotranspiración por el método de Thornthwaite

La *evapotranspiración* es el fenómeno por el cual las plantas transpiran o pierden agua en forma de vapor a causa de la humedad relativa, la latitud, las estomas (poros), y el incremento de la temperatura en el ambiente ($^{\circ}\text{C}$), que a su vez depende de la *radiación solar*. Además, es un flujo de agua vapor que va hacia la atmósfera, y una de las fases del ciclo del agua de mayor dificultad de calcular, pero existe un método que permiten aproximarse, el *método empírico de Thornthwaite*; la principal variable para su estimación es la temperatura media normal.

Se sabe que el agua cambia de estado de agregación en función de la temperatura, es decir, a mayor radiación (temperatura alta) la densidad del agua es menor y se transforma en vapor de agua que regresa a la atmósfera. Cuando la radiación es menor (temperatura baja), su densidad es mayor y por lo tanto se mantiene en la superficie y subsuelo de la tierra. Por su parte, la *radiación solar* es la cantidad de energía que se emite a la superficie de la tierra ($\text{watts/m}^2/\text{s}^{-1}$); “es el principal motor mediante el cual el sistema climático global Tierra trata de alcanzar un equilibrio termodinámico”. Esta radiación cambia con respecto a la *latitud*, la rotación de la tierra (horas luz en un día), así como la traslación (cambio de estaciones del año).

La *latitud* es la distancia angular que hay desde un punto de la superficie de la Tierra hasta el paralelo del ecuador; se mide en grados, minutos y segundos sobre los meridianos. La *luz día*, asociada a la rotación de la tierra, es la variable que indica cuántas horas durante un día se está irradiando energía solar sobre un área determinada. La intensidad de radiación cambiará de una latitud a otra debido a la inclinación de la tierra; entre más inclinación, la superficie expuesta a la radiación es mayor, pero la transferencia de calor es menor. Y a la inversa, entre menos inclinación respecto al sol, la radiación llega a una menor área de contacto, y la transferencia de calor es mayor. Este último efecto determina la *productividad primaria* que, en zonas cercanas al ecuador, en la franja de los trópicos, implica mayor capacidad fotosintética y diversidad de vegetación. Otro ejemplo es en el polo norte en fechas cercanas al solsticio de verano, donde parece que el sol está “girando” en el cielo.

Además de la inclinación de la tierra respecto al sol, las horas luz cambian con respecto a la traslación de la tierra que observamos en las diferentes estaciones del año. En invierno la radiación solar sobre la tierra es menor, y en verano es a la inversa.

Tabla 28. Días luz en la Latitud (promedio) 19°51'0'' del MR III.

<i>Tiempo</i>	<i>Día del Año</i>	<i>Días luz</i>
Solsticio Invierno	355	10.9
Equinoccio Primavera	111	12.1
Solsticio Verano	174	13.3
Equinoccio Otoño	294	12.2

Nota. *Elaboración propia en la base de datos Excel*

Tomando en consideración los conceptos anteriores, se retoma el Método de Thornthwaite para estimar la evapotranspiración con los datos de las siguientes estaciones de medición señaladas en el capítulo III. El método de Thornthwaite es un método indirecto para estimar la evapotranspiración basado principalmente en la variable de la temperatura media anual. Se considera la duración astronómica del día, 24 horas, para una determinada latitud. Las ecuaciones:

Ecuación (1)

$$ETP = 16 * (10 * tm / Ica)^2$$

Donde:

ETP= evapotranspiración mensual sin ajustar en mm (mm/mes); se corrige en función de la duración astronómica del día y número de días del mes.

tm= temperatura media mensual en °C

Ica= índice de calor anual

Ecuación (2)

$$Ica = \sum i_j; j = 1, \dots, 12$$

Ica se calcula a partir del índice de calor mensual, icmi, como suma de los doce índices de calor mensuales.

Ecuación (3)

$$icmi_j = (tm_j / 5)^{1.514}$$

Además:

a= parámetro que se estima en función de I según la siguiente expresión

Ecuación (4)

$$a = 0.000000675 * I^3 - 0.0000771 * I^2 + 0.01792 * I + 0.49239$$

Paréntesis. Para calcular los coeficientes de corrección (en la tesis se estimó la cc para cada una de las estaciones señaladas):

Ecuaciones (5) y (6), P y D, respectivamente

$$P = \text{asin}[\.39795 * \cos(.2163108 + 2 * \text{atan} \{ .9671396 * \tan[.00860(J-186)] \})]$$

$$D = 24 - (24/\pi) * \text{acos} \left\{ \frac{\sin(0.8333 * \pi / 180) + \sin(L * \pi / 180) * \sin(P)}{\cos(L * \pi / 180) * \cos(P)} \right\}$$

Donde:

P= Factor de fecha. Traslación de la tierra.

D= Duración del día; horas luz. Rotación de la tierra sobre su eje.

L= Latitud; $19^{\circ}51'0'' = 19.85$

J= Día Juliano = 365

Se estima P y D para cada día del año, y posteriormente se promedian los datos obtenidos separados por cada mes. Los datos promedio se dividen individualmente entre doce. Por otro lado, se divide el número de días de cada mes entre treinta como número estándar, por ejemplo, febrero (28/30).

Ecuaciones (7 y 8)

Horas luz / 12

(mes/mes.std) = Días del mes i / 30, (i= 1, ..., 12)

Ecuación (9)

CC= horas luz/12) * (mes/mes.std)

Así se obtiene el coeficiente de corrección CC (*Ecuación 9*); este dato se empleará posteriormente para corregir la primera de ETP (*Ecuación 1*). Se deberá estimar estos datos para cada latitud que se considere analizar, es decir, si se emplean datos de diferentes estaciones de medición. Cabe señalar que en el caso del MRIII la variación de horas luz es de 40 segundos, por tanto, despreciable, y es viable emplear un dato promedio de latitud: $19^{\circ}51'0''$.

Habiendo realizado las operaciones anteriores se procede al cálculo de la ETP corregida

Ecuación (10)

ETP corregida= (ETP*CC) *10

Como lámina en mm (1L/m²)

Finalmente, para obtener el balance hidrológico se toman los datos de precipitación media mensual y se realiza la siguiente operación.

Ecuación (11)

$$\text{Déficit Hídrico} = \text{Precipitación Media anual} - \text{ETPc}$$

(Notas de la clase de climatología en la Facultad de Biología, UMSNH, septiembre de 2018-enero 2019).

Anexo b. Guion de diálogo a profundidad con delegados del MRIII

Posibles respuestas: Hechos, Opiniones, Rumores.

Nota: *¿Puedo grabar la conversación? ¿Estaría de acuerdo en que parte de la grabación se use para un video de concientización y educación?*

* *¿Cuáles son sus fuentes de agua? Si es agua rodada ver sección 2, si es pozo sección 3, si es mixto ver sección 2 y 3. En cualquier caso, aplica sección 1.*

Nombre _____ edad _____

Sección 1. Sobre la gestión del agua

1. *¿Cuánto tiempo tiene en el cargo de delegado?*
2. *¿Qué experiencia tiene como delegado, representante de su ejido?*
3. *¿A cuántos ejidatarios o pequeños propietarios representa?*
4. *¿Superficie del ejido?*
5. *¿Cada cuando se convocan juntas ejidales?*
6. *¿Cuántos(as) participan en las juntas ejidales?*
7. *Si no participan todos, ¿cuál cree que es el motivo?*
8. *¿Cómo ha pensado incentivar su participación?*
9. *¿De qué manera ha apoyado a su comunidad ejidal?*
10. *¿Cuáles son las demandas más frecuentes y cómo toman acuerdos y deciden qué hacer?*
11. *¿Existen conflictos?*
12. *¿Reglas y sanciones?*
13. *¿Asiste con regularidad al módulo de riego a las asambleas?*
14. *¿Recibe reportes de las reuniones de comité hidráulico?*
15. *¿Recibe reportes de las reuniones del CCLC?*
16. *¿Considera que los encargados del módulo le representan adecuadamente a las necesidades de su comunidad en el agua?*

Sección 2. Sobre el manejo del agua

Apropiación

17. *¿Qué prácticas se han dado en las juntas ejidales por la contaminación del agua para riego?*
18. *¿Qué efectos en la salud han observado, tanto en su persona o familia, y el ambiente?*
19. *¿Puede describir el agua que se usa en la parcela?*
20. *¿Recuerda los tiempos cuando el agua era sólo “charandosa”?*
21. *¿Qué solían cultivar?*
22. *Hoy día, con el agua disponible, ¿cuáles son los cultivos permitidos en su ejido?*
23. *¿Qué gestiones recuerda que impulsó o intentó la mesa administrativa del módulo para atender este asunto?*
24. *¿Conoce la PTAR ATAPANEO?*
25. *¿sabe qué gestiones se han promovido para aprovechar el agua de reúso?*
26. *→ Además de la calidad del agua, ¿qué experiencia tienen sobre la cantidad de agua que reciben?*
27. *¿Cómo les ha ido con el clima?*
28. *¿En qué fechas esperan el agua para riego de temporal?*

29. ¿y fechas en que esperan que se levante el agua?
30. ¿Y el calor cómo les afecta? ¿granizadas u otro evento?
31. ¿Cómo actúan cuando pierden sus cultivos?
32. ¿Reportan la pérdida de cultivos?

Transformación y excreción

33. ¿Cuál es el trabajo que realiza el campesino en la parcela?
34. ¿horas que dedica?
35. ¿Qué cultivo decidió cultivar este ciclo agrícola 2017-2018 (de los permitidos)?
36. ¿Cuáles fueron los costos de producción de 1 hectárea de esos cultivos?
37. ¿Qué insumos se emplearon?
38. ¿Quiénes suelen trabajar en la parcela?
39. Si se usan agroquímicos, ¿sabe si ha habido problemas de salud por su uso?
40. ¿se usa el glifosato?

Circulación y Consumo

41. Cuando venden sus productos en el mercado, ¿cuánto recupera de sus costos?
42. ¿Sabe en base a qué se decide el precio en el mercado de sus cultivos?
43. ¿El ingreso que reciben de su trabajo en el campo es suficiente para sobrevivir con su familia?
44. ¿Cuántos dependen de usted?
45. ¿Qué porcentaje de su producción la consumen en su casa?
46. ¿Cómo completan su ingreso para vivir?
47. ¿Hay migración de familiares?
48. ¿Se endeudan para iniciar otro ciclo agrícola cuando no salió la producción?
49. ¿Encuentra alguna solución a esta crisis?

Sección 3 Sobre el manejo del agua

50. El agua que reciben es de buena calidad, ¿cuánto paga por acceder a esta agua?
51. ¿Qué cultivos pueden producir? Y
52. ¿cómo lo decide con su familia?
24. ¿Qué gestiones recuerda que impulsó o intentó la mesa administrativa del módulo para resolver este asunto?
25. ¿Conoce la PTAR Atapaneo?
26. ¿sabe qué gestiones se han promovido para aprovechar el agua de reúso?

Seguir en Sección 2 →

Sección 4 Acerca de la comunidad

53. ¿Cómo combina el trabajo en la parcela y el trabajo que tiene como delegado?
54. ¿Qué debilidades y/o fortalezas encuentra en esta doble tarea?
55. ¿Podría describir cómo es la comunidad _____?
56. ¿Qué fiestas hacen?
57. ¿Cómo coopera para participar en ellas?
58. ¿Se reúnen los vecinos?
59. ¿Qué cambios le gustaría ver en su comunidad?
60. ¿Gusta agregar algo más?

¡Gracias por su tiempo!

Anexo c. Guion de entrevista a trabajadores de campo del módulo de riego III

Posibles respuestas: Hechos, Opiniones, Rumores.

Nota: *¿Puedo grabar la conversación? ¿Estaría de acuerdo en que parte de la grabación se use para un video de concientización y educación?*

Lista de asistencia _____

2.1 Apropriación del agua. Excreción de agua de otros metabolismos.

1. ¿Le han entrevistado para un proyecto académico?
2. ¿De qué comunidad viene?
3. ¿Cuáles son sus actividades de rutina en general?
4. ¿Cuánto tiempo tiene en este cargo?
5. ¿Cuántas horas dedica a este trabajo?
6. En su experiencia en campo, ¿cuáles son los problemas más críticos de realizar este trabajo?
7. Se sabe que *el agua contaminada* es un problema serio, usted que está expuesto a esta agua de alguna manera, ¿ha tenido problemas de salud? O ¿conoce de alguien más?
8. El lirio acuático es una planta que tiene que remover de los canales y drenes en mayor medida, ¿Podría estimar la cantidad en peso que debe remover por día? ¿Contribuye a la descontaminación del agua?
9. **Canaleros (c):** Cuando el agua rodada tarda en llegar, ¿tiene problemas con los agricultores?
10. (c) ¿A cuántos ejidatarios y/o comunidades sirve para llevar agua?
11. (c) ¿Existe resistencia para el pago de agua?
12. ¿Cómo ha observado que se encuentra la infraestructura hidroagrícola con el paso del tiempo?
13. Con las gestiones de los administradores, ¿ha observado mejora para otorgar el servicio de agua a los agricultores?
14. ¿Le ha tocado ver conflictos por el hecho de que los canales no estén limpios a tiempo?
15. ¿Y otros conflictos en general?
16. ¿Cómo les afecta los cambios en el clima, principalmente en sequía?
17. ¿Le agrada su trabajo?
18. ¿Considera que el sueldo que recibe le alcanza para su familia?
19. ¿Qué sugerencias puede dar para que el MRIII avance?

Anexo d. Guion de entrevista a vigilantes

Posibles respuestas: Hechos, Opiniones, Rumores.

Nota: *¿Puedo grabar la conversación? ¿Estaría de acuerdo en que parte de la grabación se use para un video de concientización y educación?*

Nombre _____ edad _____

1. ¿Le han entrevistado para un proyecto académico?
2. ¿De qué comunidad viene?
3. ¿En qué consiste el cargo de vigilante?

4. ¿Qué experiencias tiene como vigilante del módulo?
5. ¿Cuánto tiempo tiene en este cargo?
6. ¿Cuáles son las actividades en general que debe realizar?
7. ¿Qué tiempo dedica a este trabajo?
8. Por otro lado, ¿Cómo considera la participación de los administradores del módulo?
9. ¿Cómo considera la participación de delegados en las asambleas?
10. Si no participan todos, tanto de asistencia como para tomar la palabra, ¿cuál cree que es el motivo?
11. ¿Considera que durante su cargo ha habido cambios importantes para la mejora del módulo o ha habido atraso?
12. ¿Cuáles son las demandas más frecuentes que se tratan en las asambleas?
13. ¿Se les da seguimiento de la mejor manera?
14. ¿Qué oportunidades tendría el módulo para resolver el asunto de la contaminación del agua?
15. ¿Sabe de gestiones que se hayan realizado en este tema?
16. Y respecto a las condiciones del clima. ¿Ha habido gestiones de este tema por parte de la administración?
17. ¿Recibe reportes de las reuniones de comité hidráulico?
18. ¿Recibe reportes de las reuniones del CCLC?
19. Si hiciera un balance general de su trabajo, ¿qué mensaje mandaría a los agricultores del módulo?
20. ¿Considera que requiere apoyo para la vigilancia? y ¿de qué manera?
21. ¿Cómo combina el trabajo en la parcela y el trabajo que tiene como vigilante?
22. Finalmente: ¿Podría describir cómo es la comunidad _____?
23. ¿Qué fiestas hacen?
24. ¿Cómo coopera para participar en ellas?
25. ¿Se reúnen los vecinos?
26. ¿Qué cambios le gustaría ver en su comunidad?
27. ¿Gusta agregar algo más?

¡Gracias por su tiempo!

Capítulo V

Anexo a. Caracterización cuantitativa de la calidad del agua.

1. El punto de muestreo Cointzio presenta una calidad de agua de *excelente* a *aceptable*, para todos los parámetros considerados; sin embargo, en algunos meses del conjunto de datos, existen aportaciones extraordinarias de *coliformes fecales*, principalmente en septiembre de 2013 y febrero de 2015, así mismo, hubo seis puntos que rebasaban ligeramente la categoría agua *contaminada* del ICA. Este parámetro es sustantivo para los agricultores porque es el que determina si se puede o no cultivar diversos alimentos como las hortalizas. La presencia de coliformes implica que la presa de Cointzio ha recibido descargas de aguas domésticas de los pueblos aledaños, lo que paulatinamente deteriora la principal fuente de agua de los habitantes aguas abajo. Por otro lado, cabe subrayar que la calidad del agua de este punto de muestreo es lo más parecido al agua con la que solían regar los agricultores antes de la crisis ambiental actual, pero sin coliformes en un nivel de riesgo a la salud (>1000 NMP/100ml); su característica principal es la coloración rojiza por el tipo de suelo de charanda que aporta coloides. Además, esta agua se caracteriza por tener suficiente oxígeno disuelto (OD), lo que significa que es apta para la protección de vida acuática como lo señalan los criterios ecológicos de 1989.
2. El siguiente punto de muestreo, aguas arriba de la planta de tratamiento de aguas residuales de Morelia (Arriba PTAR), presenta en general una calidad de agua desde *contaminada* hasta más del doble en algunos casos, en el límite mínimo de la categoría *fuertemente contaminada* del ICA. Es de esperar que al atravesar la zona urbana e industrial se encuentren datos que sobrepasan todos los límites, es decir, mientras no se descarguen las aguas con los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas para concesionarios y asignatarios del agua. Para el único parámetro que se excede de manera no significativa es para dos muestras del conjunto de datos, la *Toxicidad Daphnia Magna*. El resto de parámetros muestran que la carga de residuos orgánicos (DBO₅), orgánicos e inorgánicos (DQO), microorganismos indeseables (COL_FEC), entre otros son suficiente para no mantener vida acuática, ya que los niveles de OD en el agua del Río Grande se encuentran menos de 1mg/L, y en respuesta, aunque no se tiene registro en la CONAGUA, la concentración de gases de efecto invernadero como CO₂ (dióxido de carbono) y CH₄ (metano) se incrementan por el proceso de anaerobiosis, así como el H₂S (ácido sulfhídrico) que es odorífico, similar a los huevos podridos. Además, en el río únicamente hay fauna nociva como roedores y mosquitos, que son un riesgo para la población circundante.
3. El siguiente punto de monitoreo, aguas abajo de la planta de tratamiento de aguas residuales (Abajo PTAR), muestra una calidad de agua ligeramente mejor que en el punto anterior, entre *contaminada* y el límite mínimo de la categoría *fuertemente contaminada*, que, dependiendo del parámetro a observar, pueden salirse de este intervalo hasta el límite superior, incluso en algunos puntos rebaza aguas arriba (Arriba PTAR). Aun y cuando se ha conducido agua residual a una infraestructura para remover contaminantes desde el año 2007 (PHU), y se retorna agua tratada al río muy por debajo de los límites máximos permisibles como sostiene la empresa TICSА, no es una contribución suficiente para el nivel óptimo de protección a la vida acuática del Río Grande de Morelia, ya que no todos los escurrimientos de aguas negras de la capital se han capturado por el margen de los ríos para su saneamiento; es cierto que el agua del río se diluye por este aporte, pero es

insuficiente dicha contribución. Por otro lado, la disminución en la concentración de residuos en el agua que sale de la planta “beneficiaria” en alguna manera al módulo de riego II en Charo, no obstante, para los módulos de riego aguas abajo, la concentración de residuos se vuelve a incrementar por las descargas de aguas de Charo, ya que a la fecha, no se ha puesto a operar una planta de tratamiento; aguas abajo no se tiene puntos de monitoreo para afirmarlo, y cabe la posibilidad de que por las características del río se vayan degradando contaminantes hasta llegar a la derivadora de Quirio, donde el módulo de riego III recibe su dotación de agua en el ciclo agrícola.

4. El último punto de monitoreo de calidad del agua L. Cuitzeo, muestra que los parámetros son relativamente mejores en relación a los dos puntos anteriores, sin superar a Cointzio, por el hecho de que éstos se encuentran por debajo de la categoría *contaminada*, aunque eventualmente hay datos que se manifiestan por encima de ésta, por ejemplo, los SST. Por otro lado, los *coliformes fecales* no se remueven en este punto, siguen estando por encima del criterio de *fuertemente contaminada*. La explicación de esta mejora relativa en los parámetros fisicoquímicos es por la presencia de lirio acuático, una planta que crece por el exceso de nutrientes como P y N de la actividad agrícola en los módulos II y IV, así mismo por la acumulación de estos residuos inorgánicos de la cuenca alta. El lirio acuático tiene la cualidad de ser una especie que retiene algunos de los contaminantes del Río Grande de Morelia, sin embargo, su presencia también es motivo de que el oxígeno disuelto se consuma y afecte el Lago de Cuitzeo. Hasta cierto punto, el lirio permite que el lago no reciba una carga excesiva de sólidos suspendidos de la zona urbana, ya que funge como un filtro “natural”. Sin embargo, para los agricultores la presencia de lirio significa que es imposible conducir agua a las parcelas, por ello es necesario removerlo al inicio de cada ciclo agrícola. Este fenómeno se pudo observar en el Río Viejo de Morelia, donde la acumulación de esta planta acuática permitía observar un agua más diluida respecto al punto de entrega del agua en la derivadora de Quirio. Otra observación es que la contribución del trabajo de los módulos de riego no permite que el lirio acuático se propague de manera incontrolable hasta la parte del lago donde se desemboca los ríos viejo y rectificado, pues es necesario mantenerlos como drenes de riego. Esto significa un alto costo económico para los productores, porque han tenido que endeudarse para comprar maquinaria de largo alcance que permita retirar el azolve acumulado de las zonas urbanas y del lirio acumulado.

Anexo b. Siniestros reportados por SEDRUA en el periodo de 2016 a 2018 en Tarímbaro y Álvaro Obregón.

Tabla 29. Resumen de los reportes en los municipios de Tarímbaro y Álvaro Obregón.

LINEA DEL TIEMPO		enero	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Diciembre	Reportes (productor)	Superficie (ha)		
Ciclo agrícola >		>	Primavera-verano				Otoño-Invierno >					
2016												
Álvaro Obregón	Sequía				*	*		*				
	Granizada				*							
Tarímbaro	Sequía			*		*						
Total									365	1136		
2017												
Álvaro Obregón	Helada											
	Granizada				*		*					
	Sequía					*						
Tarímbaro	Helada											
	Granizada			**								
	Sequía				*		*	*				
Total									376	943.6		
2018												
Álvaro Obregón	Lluvia torrencial								NR			
	Inundación significativa								NR			
	Granizada											
Tarímbaro	Lluvia torrencial								NR			
	Inundación significativa								NR			
	Granizada					*						
Total									815	2467.51		

*El asterisco indica que se registró un solo evento y **dos eventos. NR indica no reportado, observado en campo.

Nota. Elaboración propia con base en datos de siniestros de SEDRUA (2016-2018).

Tabla 30. Reporte de Tarímbaro en 2018.

2018							
Minicipio	Fenómeno	Periodo	Productores Reportados	Superficie reportada (ha)	Cultivos	Modalidad	
Tarím Tarímbaro	Inundación significativa	1 julio - 20 julio	161	442	Maíz grano	Riego /Temporal	
	Lluvia torrencial	11 - 20 julio	142	393	Maíz, sorgo	Riego	
	Inundación significativa	7 ago - 29 ago	39	113.31	Maíz, sorgo	Riego /Temporal	
	Granizada	15 ago - 17 ago	132	513	Maíz grano	Riego /Temporal	
	Lluvia torrencial	2 oct - 15 oct	125	480	Maíz grano	Riego /Temporal	
	Inundación significativa	2 oct - 15 oct	6	40	Maíz	Riego	
	Sequía						
	Total			605	1981.31		
	Ciclo	Primavera/verano					
	Grado de Afectación	Parcial					
	Localidades	14					Cañada de los Sauces, Col. Independencia, Cuparátaro, Cuto del Porvenir, El Carrizal, Cuitziillo Grande, Lometón, ExHacienda Guadalupe, Jamaica, Santa Cruz, Santa María, Tarímbaro, Téjaro de los Izq., Uruétaro
<i>Etapa Fenológica</i>							
Reproducción / Floración			435	1348	71.90%	68.04%	
Desarrollo Vegetativo			39	113.31	6.45%	5.72%	
Maduración / Cosecha			131	520	21.65%	26.25%	
Total			605	1981.31	100%	100%	

Nota. Elaboración propia con base en datos de siniestros de SEDRUA (2016-2018).

Tabla 31. Reporte de Álvaro Obregón en 2018.

2018						
Minicipio	Fenómeno	Periodo	Productores Reportados	Superficie reportada (ha)	Cultivos	Modalidad
Álvaro Obregón	Lluvia torrencial	27 jun - 17 jul	107	238.5	Maiz	Riego
	Inundación significativa	27 jun - 17 jul	84	202.97	Maíz, sorgo	Riego
	Inundación significativa	26 jun - 30 jul	19	44.73	Maíz, alfalfa	Riego
	Sequía					
	Total		210	486.2		
	Ciclo	Primavera/verano /perenes				
	Grado de Afectación	Parcial				
	Localidades	5	Venado, La presa, Chehuayo Grande, Carrillo Puerto, E. Zapata			
	<i>Etapas Fenológicas</i>					
	Reproducción / Floración		18	42.73	8.57%	8.79%
Desarrollo Vegetativo		191	441.47	90.95%	90.80%	
Maduración / Cosecha		1	2	0.48%	0.41%	
Total		210	486.2	100%	100%	
Total Global Tarímbaro y Á. Obregón			815	2467.51		

Nota. Elaboración propia con base en datos de siniestros de SEDRUA (2016-2018).

Tabla 32. Reporte de Tarímbaro en 2017.

2017							
Minicipio	Fenómeno	Periodo	Productores Reportados	Superficie reportada (ha)	Cultivos	Modalidad	
Tarímbaro	Helada	24-ene	71	226	Garbanzo	Riego	
	Granizada	18-jun	3	6	Papaya, sorgo, maíz	Riego	
	Granizada	22-jul	14	40	Maíz	Temporal	
	Granizada	22-jul	14	60	Maíz	Riego	
	Sequía	02-ago	2	5	Maíz	Temporal	
	Sequía	01-sep	34	110	Maíz	Temporal	
	Sequía	15-sep	31	93	Maíz	Temporal	
	Total			169	314		
	Ciclo	Primavera-verano; Otoño-ivierno					
	Grado de Afectación	Parcial; Total (sequía)					
Localidades	8	Tarímbaro, Uruétaro, Cañada de los Sauces, Col. Independencia, Santa Cruz, Cuparátaro, Santa María, Ex. Hacienda Guadalupe.					
<i>Etapas Fenológicas</i>							
	Reproducción / Floración		169	314	100%	100%	
	Desarrollo Vegetativo		0	0	0%	0%	
	Maduración / Cosecha		0	0	0%	0%	
Total			169	314	100%	100%	

Nota. Elaboración propia con base en datos de siniestros de SEDRUA (2016-2018).

Tabla 33. Reporte de Álvaro Obregón en 2017.

2017							
Minicipio	Fenómeno	Periodo	Productores Reportados	Superficie reportada (ha)	Cultivos	Modalidad	
Álvaro Obregón	Granizada	24-jul	51	203	Maíz, Sorgo	Riego	
	Granizada	24-jul	40	150	Maíz	Riego	
	Granizada	19-ago	20	47.6	Maíz, Sorgo	Riego	
	Granizada	24-ago	17	73	Maíz	Temporal	
	Sequía	24-ago	78	150	Maíz, Alfalfa	Riego	
	Helada	11-dic	1	6	Tomate verde	Riego	
	Total			207	629.6		
	Ciclo						
	Grado de Afectación		Total; parcial (tomate)				
	Localidades	4		Tzintzimeo, Sacapendo, La Mina, Carrillo Puerto			
<i>Etapa Fenológica</i>							
	Reproducción / Floración		116	276.6	56.0%	43.9%	
	Desarrollo Vegetativo		91	353	44.0%	56.1%	
	Maduración / Cosecha		0	0	0.0%	0.0%	
	Total		207	629.6	100%	100%	
Total Global Tarímbaro y Á. Obregón			376	943.6			

Nota. Elaboración propia con base en datos de siniestros de SEDRUA (2016-2018).

Tabla 34. Reporte de Tarímbaro en 2016.

2016						
Minicipio	Fenómeno	Periodo	Productores Reportados	Superficie reportada (ha)	Cultivos	Modalidad
Tarímbaro	Sequía	01-jun	243	885.5	Maíz	Temporal
	Sequía	15-ago	15	42	Maíz	Temporal
	Sequía	15-ago	44	117	Maíz, Calavaza	Temporal
	Total		59	159		
	Ciclo	Primavera -Verano				
	Grado de Afectación	Parcial	Mesón nuevo, Rancho Nuevo, Col. Independencia, Cuto del Porvenir, Uruétaro , Santa María, El Carrizal, ExHacienda de Guadalupe, Santa Cruz, Cañada del Herrero, La Noria, Tarímbaro, Cañada de los Sauces			
	Localidades	13				
	<i>Etapa Fenológica</i>					
	Reproducción / Floración		302	1044.5	100%	100%
	Desarrollo Vegetativo					
Maduración / Cosecha						
Total			302	1044.5	100%	100%

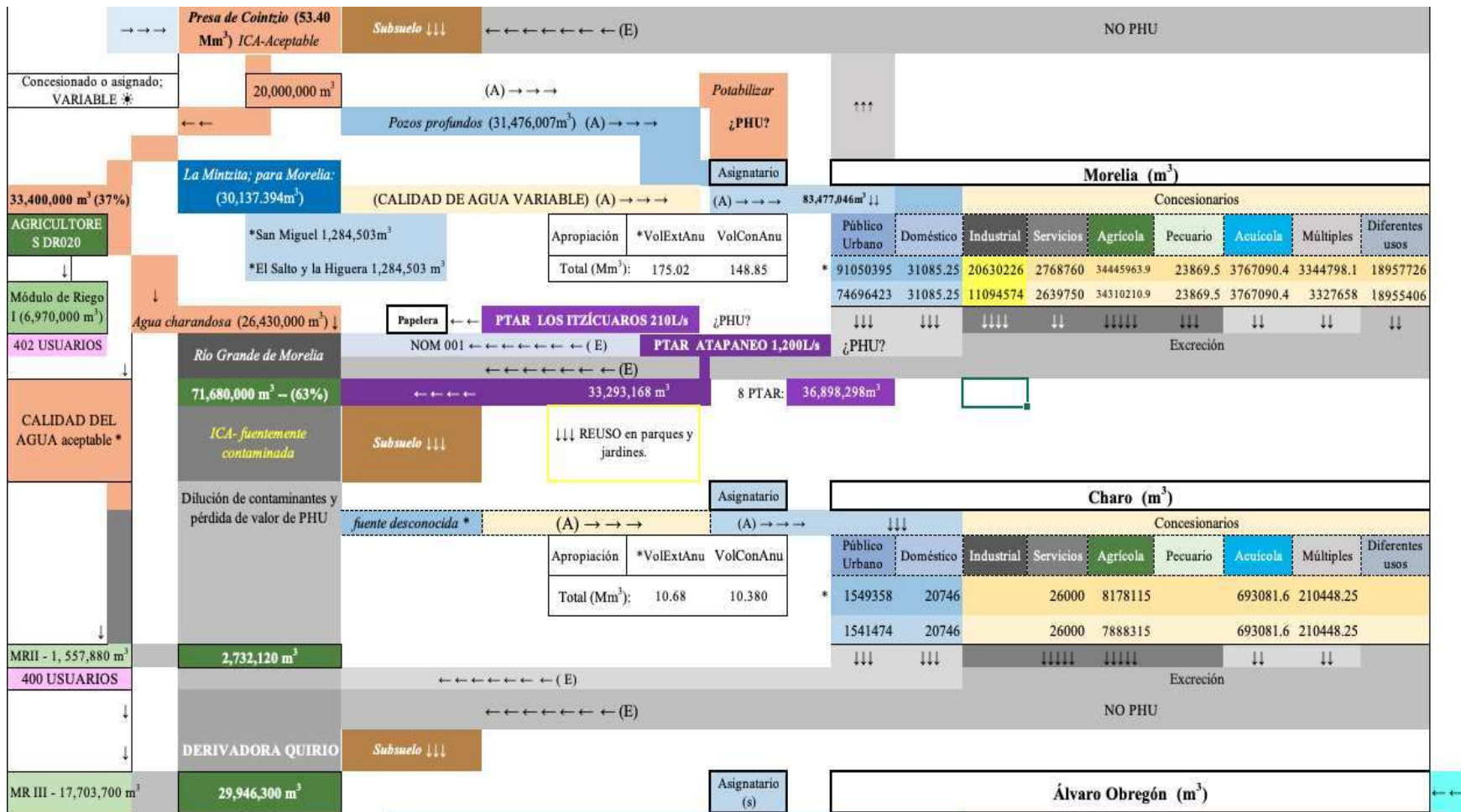
Nota. Elaboración propia con base en datos de siniestros de SEDRUA (2016-2018).

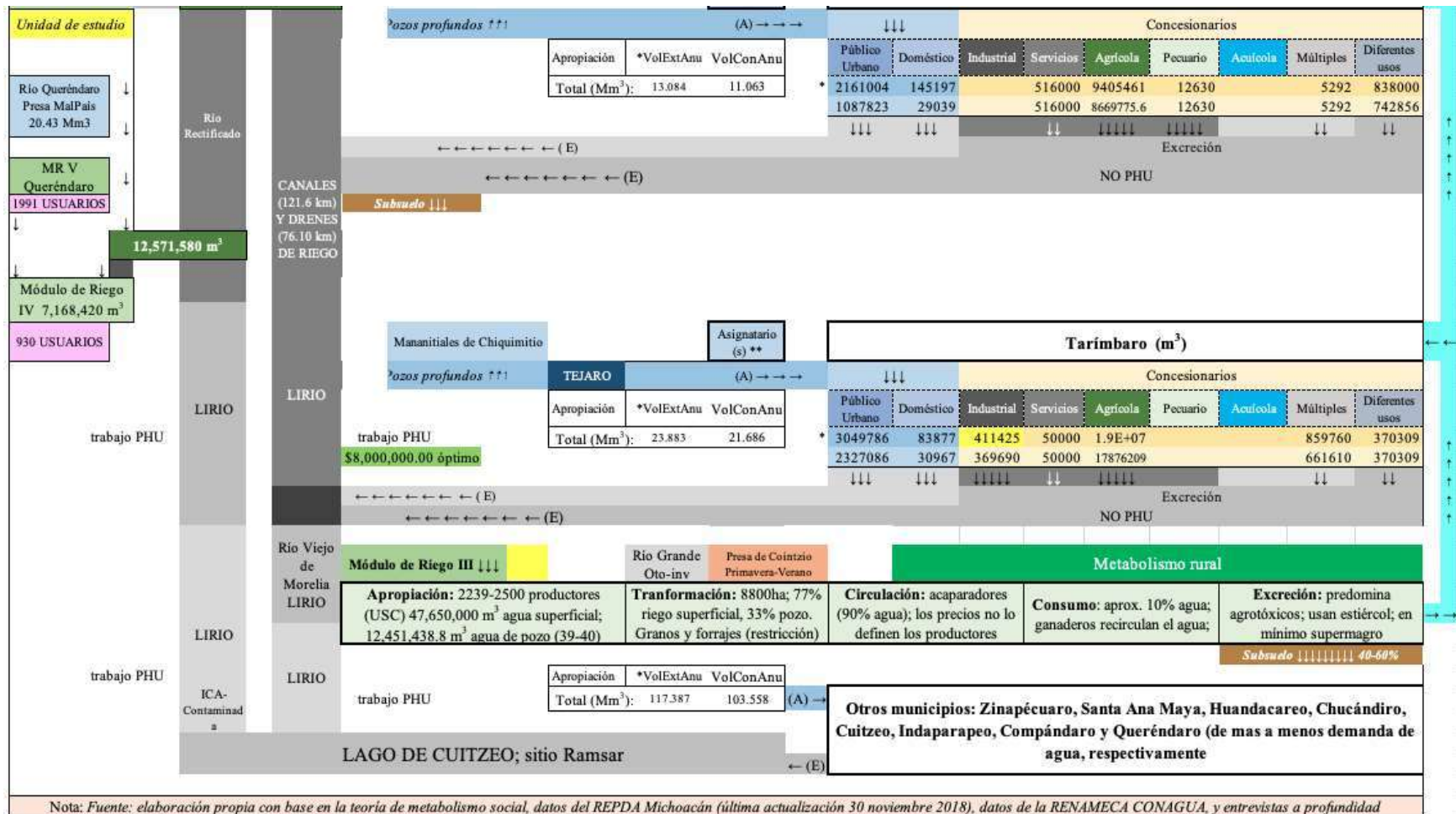
Tabla 35. Reporte de Álvaro Obregón en 2016.

2016							
Municipio	Fenómeno	Periodo	Productores Reportados	Superficie reportada (ha)	Cultivos	Modalidad	
Álvaro Obregón	Sequía	25 jun-24 jul	1	4	Maíz	Temporal	
	Granizada	27-jul	234	820	Maíz, sorgo	Riego	
	Sequía	09-ago	52	122	Maíz	Temporal	
	Sequía	1 sep-20 sep	19	31	Maíz	Riego	
	Total		306	977			
	Ciclo	Primavera -verano					
	Grado de Afectación	Total (granizada) / parcial					
	Localidades	9	Venado, Tepacua, Sacapendo, Mezquite Verde, Quirio, la Mina, Singuio, León Cardenas, E. Zapata				
	<i>Etapa Fenológica</i>						
	Reproducción / Floración		254	855	83%	88%	
Desarrollo Vegetativo		52	122	17%	12%		
Maduración / Cosecha		0	0	0%	0%		
Total			306	977	100%	100%	
Total Global Tarímbaro y Á. Obregón			365	1136			

Nota. Elaboración propia con base en datos de siniestros de SEDRUA (2016-2018).

Anexo c. Esquema de manejo del agua a nivel cuenca. Flujos de entradas y salidas de agua de los diferentes concesionarios y asignatarios.





Producción de papel y contaminación del agua

“Como la industria del papel y la pasta de papel consume grandes cantidades de recursos naturales (p. ej., madera, agua y energía), puede ser un gran contribuyente a los problemas de contaminación del agua, del aire y del suelo, por lo que está siendo sometida a una estrecha vigilancia en los últimos años. Esta preocupación es legítima considerando la cantidad de contaminantes del agua generados por tonelada de pasta (p. ej., demanda de DBO, 55 kg de oxígeno biológico, 70 kg de sólidos en suspensión, y hasta 8 kg de compuestos organoclorados) y la cantidad total de pasta producida mundialmente (180 millones de toneladas en 1994) Keefe y Teschke” (citado por Vargas, 2014).

“Las emisiones al aire son principalmente de azufre y nitrógeno mejor conocidos como NO_x y SO_x, las cuales son causa de la lluvia ácida y contaminación en la atmósfera. Las máximas tasas de emisión de óxidos de azufre provienen de las operaciones al sulfito, especialmente las que emplean bases de calcio o de magnesio. Las mayores fuentes son los vapores de los digestores, evaporadores y la preparación del licor; las operaciones de lavado, cribado y recuperación contribuyen en menor medida. Los compuestos de azufre reducido, como el sulfuro de hidrógeno, el metil mercaptano, el dimetil sulfuro y el dimetil disulfuro, están relacionados casi exclusivamente con la producción de pasta kraft, y confieren a estas fábricas su característico olor. Las fuentes principales son el horno de recuperación, los vapores del digestor, las válvulas de seguridad del digestor y los respiraderos de los lavaderos, aunque también contribuyen los evaporadores, tanques de fundido, apagadores de cal, el horno de cal y el agua residual. Se producen óxidos de nitrógeno como consecuencia de la combustión a altas temperaturas, y pueden producirse en cualquier fábrica con caldera de recuperación, caldera de vapor u horno de cal, dependiendo de las condiciones de la operación” (Vargas, 2014).

“En el agua los derivados de la madera disueltos en los licores de la preparación de la pasta son los principales contaminantes, como oligosacáridos, azúcares simples, derivados de la lignina de bajo peso molecular, ácido acético y fibras de celulosa solubilizadas, son los principales contribuyentes tanto a la demanda biológica de oxígeno (DBO) como a la demanda de oxígeno químico (DQO). Los compuestos que son tóxicos para los organismos acuáticos son los organoclorados (AOX; separación del blanqueo, especialmente de pasta kraft); ácidos

de resina; ácidos grasos insaturados; alcoholes diterpénicos (especialmente del descortezado y pasta mecánica); productos de la degradación de la lignina (especiales de la pasta de sulfito); orgánicos sintéticos, como los limicidas, aceites y grasas; y productos químicos de los procesos, aditivos de la fabricación del papel y metales oxidados. Los organoclorados tienen una especial incidencia, porque son muy tóxicos para los microorganismos marinos y pueden bioacumularse. Este grupo de compuestos, como las dibenzo-p-dioxinas policloradas, han sido los principales motivos para disminuir al máximo el uso del cloro en el blanqueo de la pasta. El agua es el principal afectado en la industria del papel ya que para una tonelada de celulosa producida se necesitan catorce de agua” (Vargas, 2014).