

1979

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



MANEJO DE AGUA EN EL VALLE DE ECUANDUREO,
MICHOCAN.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A N
JUAN MANUEL PRADO ANDRADE
FRANCISCO BRAVO CAMACHO
FRANCISCO JOSE DIAZ RAMIREZ
BENJAMIN CABRERA CHOLICO
GUADALAJARA JALISCO, JULIO 1993

MTW 2978



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

REGION COM. DE TIT.

DEPENDIENTE

NUMERO 0695/93

21 de junio de 1993

**H.C. SALVADOR NENA MUNGUA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE**

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Presente (s) JUAN MANUEL PRADO ANDRADE,
FRANCISCO BRAVO CAMACHO, FRANCISCO JOSE DIAZ RAMIREZ Y BENJAMIN CABRERA CHOLICO

titulada:

MANEJO DE AGUA EN EL VALLE DE ECUANDUREO, MICHOACAN

damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. ROBERTO MARTINEZ HERREJON

ASESOR

ING. JOSE M. AYALA RAMIREZ

ASESOR

ING. GREGORIO ALIQUES HERNANDEZ
LAS AGUJAS,
MUNICIPIO DE ZAROPAN, JALISCO

ff-am



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION COM. DE TIT
EXPEDIENTE
NUMERO 0695/93

21 de junio de 1993

C. PROFESORES:

ING. HUMBERTO MARTINEZ HERREJON, DIRECTOR
ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ, ASESOR
ING. GREGORIO VIEVES HERNANDEZ, ASESOR

Con toda atencion me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

MANEJO DE AGUA EN EL VALLE DE ECUANDURED, MICHOACAN

presentado por el (los) PASANTE (S) JUAN MANUEL PRADO ANDRADE,
FRANCISCO BRAVO CAMACHO, FRANCISCO JOSE DIAZ RAMIREZ Y BENJAMIN CABRERA
CHOLICO
han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

Mucho a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Direccion su Dictamen en la revision de la mencionada Tesis. Entre tanto, me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideracion.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO



H.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS

522

AGRADECIMIENTO

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Por permitirnos que nos formáramos profesionalmente.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Porque en sus aulas aprendimos a forjarnos como hombres de campo.

A NUESTRO DIRECTOR Y ASESORES DE TESIS

Por toda su ayuda desinteresada para realizar este trabajo de tesis.

A TODO EL PERSONAL DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Gracias.

I N D I C E

LISTA DE CUADROS Y MAPAS		I
RESUMEN.		II
1	INTRODUCCION.	1
	1.1 Objetivos.	3
2	ANTECEDENTES.	5
	2.1 Política del agua y obras hidráulicas en México.	5
	2.1.1 El control del agua: antes y durante La Colonia	7
	2.1.2 El Porfiriato: intervención del Estado y primeras grandes obras de riego.	9
	2.1.3 Los agraristas del Norte: fomentar la pequeña propiedad gracias a la hidráulica	13
	2.1.4 El Gobierno de Cárdenas: una nueva política - agraria	18
	2.1.5 Revolución Verde y fortalecimiento de los Distritos de Riego	22
	2.1.6 La pequeña irrigación y el apoyo a las zonas de temporal.	26
	2.1.7 Retiro del Estado, primeras medidas	30
	2.2 Pequeño riego; un desarrollo reanudado	33
	2.2.1 Marco histórico y político del control del agua en la región de El Bajío y el Valle de Ecuandureo	33
	2.2.1.1. La Colonia y el Porfiriato	35
	2.2.1.2 Reforma Agraria.	39
	2.2.1.3 La Revolución Verde en el Bajío Michoacano	41
	2.2.1.4 El Plan Lerma: para un desarrollo regional	44
	2.2.1.5 El riego en los años ochenta	47
	2.3 Creación de la unidad de gestión del agua	49
	2.4 Organización colectiva y recuperación de la inversión.	57
	2.5 Tipología de unidades de gestión del agua y funcionamiento	61
	2.5.1 Organización comunitaria y buena gestión del riego	62
	2.5.2 Participación de la comunidad y subvención del Estado.	68
	2.5.3 Aprovechamiento poco intensivo y manejo individual de la unidad	74
	2.5.4 El Plan Lerma: para un desarrollo regional.	80
3	MATERIALES Y METODOS.	83
	3.1 El Distrito de Riego de Zamora	83
	3.2 El Distrito de Riego Rosario-Mezquite.	84
	3.3 El Valle de Ecuandureo, ejemplo de desarrollo de la pequeña irrigación en zona de temporal	86
	3.3.1 El valle de Ecuandureo como estudio de caso	86
	3.3.2 Zona rural con infraestructura satisfactoria.	89

3.3.3	Condiciones naturales y uso del suelo.	93
3.3.3.1	El clima.	93
	- precipitación	94
	- vientos dominantes.	97
	- temperatura	97
	- evaporación y evapotranspiración po- tencial	98
	- determinación de las necesidades de - riego	104
3.3.3.2	geología.	109
	- geomorfología	109
	- unidades litológicas.	110
	- el valle de Ecuandureo	112
3.3.3.3	hidrogeología	115
	- modelo regional	115
	- la cuenca de Ecuandureo	116
	- gastos de extracción.	121
	- características físico-químicas del - agua y origen de los flujos	121
4	RESULTADOS	130
4.1	La Ciénega de Chapala: una agricultura de riego con fu- turo comprometido	131
4.1.1	Una agricultura comercial y agroindustrial reser- vada a los empresarios	133
4.1.2	La Piedad: las granjas porcícolas consumidores - de sorgo y su radio de acción.	135
4.2	Administración regional del agua: planes y realidades .	136
4.3	Balance ecológico y técnico de las obras hidroagrícolas	136
4.3.1	Extracción de agua y consecuencias sobre la hi- drología local	136
4.3.2	Irrigación y sistema de producción	139
4.3.3	Riego y parcela.	150
4.3.4	Las unidades de riego y gestión del agua.	151
5	CONCLUSIONES	154
6	RECOMENDACIONES.	156
7	LITERATURA CITADA.	159

LISTA DE CUADROS Y MAPAS

Cuadros

<u>No.</u>	<u>Descripción</u>	<u>Pág.</u>
1	LA POLITICA DEL AGUA A NIVEL NACIONAL REGIONAL Y LOCAL.	34
2	PERIODOS DEFICITARIOS Y EXCEDENTARIOS DE PRECIPITACION - ANUAL.	96
3	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL. PROMEDIOS.	99
4	EVAPORACION MENSUAL Y ANUAL. PROMEDIOS.	99
5	ETP Y ETR MENSUAL (PROMEDIO 1960-1989). FORMULA DE TURC.	101
6	ETP Y ETR MENSUAL (PROMEDIO 1960-1989). FORMULA DE BLANEY Y CRIDDLE. CULTIVO DE JITOMATE.	103
7	ETP Y ETR MENSUAL (PROMEDIO 1960-1989). FORMULA DE BLANEY Y CRIDDLE. CULTIVO DE TRIGO.	103
8	ETP Y ETR SEGUN RESTREPO.	105
9	EFICIENCIA DEL RIEGO Y PERDIDAS.	106
10	ETP Y ETR MENSUAL (PROMEDIO 1960-1989). CALCULO DE LAS DOSIS DE RIEGO. ZAMORA, MICHOACAN.	107
11	CALCULO DE LAS DOSIS DE RIEGO. ZAMORA, MICHOACAN.	108
12	RELACION DE GASTOS DE EXTRACCION, NIVEL ESTATICO Y DINAMICO Y TIPO DE FORMACION.	123
13	ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL AGUA DE POZOS, MANANTIALES Y NORIAS.	125

Mapas

1	REGIONALIZACION DEL ESTADO DE MICHOACAN LIMITES ADMINISTRATIVOS.	92
2	GEOLOGIA DE LA REGION YURECUARO-ECUANDUREO ZAMORA.	113
3	TIPOS DE ACUIFEROS VALLE DE ECUANDUREO.	118
4	ZONIFICACION DE FLUJO SUBTERRANEO REGIONAL-LOCAL. VALLE DE ECUANDUREO.	126
5	HIDROGRAFIA DE LA CUENCA DEL RIO LERMA-CHAPALA SANTIAGO.- LOCALIZACION DEL VALLE DE ECUANDUREO.	132

RESUMEN

Es cierto que para que las soluciones técnicas funcionen, tiene que existir previamente una seguridad en la tenencia de la tierra y que se apacigüen los actuales conflictos entre comunidades. Si a las buenas o a las malas, se oficializó el usufructo de algunos predios, todavía existen irregularidades en la tenencia de la tierra de la laguna que hay que resolver antes de motivar una inversión en la zona. Es el caso en el predio de la Brisa, invadido desde 1960 por la comunidad de El Colesio, y en las tierras de Maravillas, Ucácuaro y Majadas ocupadas por San José de Vargas. Tiene que haber una consulta entre las comunidades en presencia de las autoridades que permita fijar y legalizar las fronteras entre los diferentes terruños.

Con la resolución de estos conflictos, se podría pensar en una organización colectiva de manejo del pasto de la laguna, susceptible de beneficiar con apoyos oficiales para las principales inversiones (semillas, cercas, etc) y apta a asegurar un uso racional de este recurso. Pero sabiendo que el fomento de la laguna podría agudizar los intereses por este espacio, habría que evitar que

vuelvan a degenerar en conflictos. Tal voluntad de conciliación y organización es indispensable pero contrariada por años de conflictos intra e intercomunitarios.

En el mejoramiento del uso agrícola como pecuario, se necesita disponer de medios financieros y técnicos para que las comunidades puedan trabajar. Con la restricción de los créditos de Banrural, hay que encontrar otra forma de subsidios para permitir mejorar las tierras y proporcionar créditos de avío (ayuda de PRONASOL, de la SARH, del municipio o del estado de Michoacán).

Mejorar el uso pecuario y agrícola de la depresión de Colesio es realmente un paso fundamental hacia la intensificación del aprovechamiento del suelo, tranquilizando las relaciones entre campesinos de la zona. Es preciso que el beneficio colectivo sea tomado en cuenta en el aprovechamiento de la zona, y las instituciones oficiales que hasta ahora no fueron muy buenos árbitros, tienen que apoyar un uso más integral del vaso de la laguna de Colesio, sin contentarse de zonas de riego políticamente esparcidas.

1. INTRODUCCION

En muchos países de la zona tropical "...la insuficiencia e irregularidad de las precipitaciones constituyen un importante limitante para el desarrollo de su agricultura y la alimentación de su población. Por lo tanto, cada vez que sea posible, la movilización de los recursos hidráulicos representa un medio privilegiado para mejorar la producción agrícola" (Lefort J., 1987).

Tal movilización se realiza gracias a obras hidroagrícolas que pueden ser gigantescas o muy modestas y cada proyecto de riego, drenaje o control de la erosión tiene sus objetivos y modalidades. En el campo, el manejo del agua está, en general, destinado al aumento de la producción y el mejoramiento de las condiciones de vida de los campesinos. Para entender los procesos de planificación, realización y manejo de una obra hay que conocer los participantes (Estado, empresa privada, comunidad, campesino, etc.) y su papel respectivo. El Estado es casi siempre promotor de las obras y se apoya sobre sus agentes de desarrollo y la élite local (grandes propietarios, caciques, etc). La participación campesina a la planeación y a la construcción de las obras (pozos, presas, drenes) depende de la política del Estado. En todos los casos, se modifican

las condiciones de producción a nivel agroecológico como a nivel de la organización social de la producción.

En este trabajo, nos proponemos estudiar las consecuencias de la construcción de obras hidroagrícolas sobre la agricultura de una pequeña zona de temporal. El Valle de Ecuandureo, situado en el Centro Oeste del País, en el Bajío michoacano, es una región agrícola que antes de los años setenta se dedicaba esencialmente al cultivo de temporal y a la cría de animales. Las obras hidráulicas que se realizaron entonces permitieron desarrollar la producción, controlando inundaciones en el Valle e implementando zonas de riego. Esta transformación de la agricultura ha acarreado cambios en el medio ambiente y en el sistema agrario. Nos proponemos estudiar los aspectos más importantes de la modificación de la ecología (drenaje del Valle, evolución del balance hidrológico). Además nos vamos a interesar a los cambios acarreados en los sistemas de producción local por el desarrollo del riego, así como al manejo colectivo del agua.

En este trabajo quisimos conocer los limitantes (ecológicos, económicos y sociales) al éxito de programas técnicos de desarrollo de la agricultura, por lo tanto fue necesario recopilar información de base sobre la agricultura de la zona, su entorno geográfico, las obras hidroagrícolas, etc. Buscamos interpretarlas y completarlas gracias al trabajo de campo (visitas, encuestas, recorrido, mediciones,

etc).

Después de la presentación del marco histórico de la gestión del agua en México, nos proponemos ubicar el Valle de Ecuandureo en su contexto regional, tanto a nivel ecológico como socioeconómico; este marco regional nos ayudará a entender la problemática local y el interés del caso elegido. Luego veremos las características de la ecología local y de la agricultura. También nos enfocaremos al fenómeno de desarrollo de las obras hidráulicas; haremos referencia de la política del agua y sus consecuencias a nivel regional y local. Nos proponemos estudiar los impactos del desarrollo del riego sobre el sistema de producción y la comunidad.

1.1 Objetivos

Los objetivos del presente estudio, son a nivel general: analizar e identificar la integración de la región de estudio en el entorno regional y nacional, y de qué forma esta integración ha obedecido a la voluntad de ellos o la voluntad de políticas nacionales de desarrollo, planeando la hipótesis de que quizás no se ha orientado el agua en su manejo a las actividades productivas locales, evitando deterioros del ambiente y propiciando mediante la actividad del riego el rescate de una cultura que se tiene, de acuerdo con la idiosincracia dada por su

Historia y en la que debe incluir el crecimiento de estas sociedades agrarias con un paisaje de riego propio, así como por la integración de conocimientos en este mismo sentido por la emigración a los Estados Unidos de Norteamérica.

2. ANTECEDENTES

2.1 Política del agua y obras hidráulicas en México

En México, desde épocas remotas fueron construidas obras hidráulicas para remediar los impedimentos del clima y aprovechar los recursos tierra y agua. La desviación de ríos y la desecación de lagunas, la creación de sistemas de riego de los más sencillos a los más sofisticados fueron obras que permitieron desde antes de la época colonial diversificar la agricultura mexicana y mejorar su producción.

El Estado, antes de la Conquista y después de la Revolución ha sido el principal actor del control del agua e instigador de las políticas de manejo de este recurso; en la repartición de este líquido para los usos domésticos; la realización de obras de desecación y de drenaje; el uso del agua en la industria y la producción de energía así como su valoración en la agricultura. El poder central, a través de la legislación, ha venido controlando la gestión del agua y el uso de las tierras, estos dos recursos siendo patrimonio de la Nación -artículo 27 de la Constitución-. Sin embargo, las políticas gubernamentales han cambiado y el fomento de la agricultura

de riego ha tenido épocas de auge y de retroceso. La historia de la gestión del agua en la agricultura presenta siete épocas significativas: la Epoca Precolombina y la Colonia, el Porfiriato, la Post-Revolución y la presidencia de Calles, el reparto agrario durante el mandato de Cárdenas, la Revolución Verde y el auge de los distritos de riego, la pequeña irrigación y el apoyo a las zonas de temporal. Esta cronología de la gestión de los recursos hidráulicos en México permitirá presentar el contexto nacional de la evolución del uso del agua en la región del Bajío y en el valle de Ecuandureo.

En la actualidad, el país dispone de 270 presas con una capacidad total de 49,000 millones de m^3 y 1,400 presas de derivación, mientras que la extracción de agua subterránea se realiza en más de 30,000 pozos profundos. Existen 192 distritos de desarrollo, unidades técnicas y administrativas que incluyen 77 distritos de riego y 15,359 unidades de riego. El país está dividido en Distritos de Desarrollo que integran los Distritos de Riego y las zonas de pequeño riego. Las unidades de pequeño riego registradas como URDERAL (Unidad de Riego para el Desarrollo Rural) dependen del Distrito de Riego más cercano, las que no están incorporadas están bajo la asesoría del Distrito de Desarrollo. Este último es responsable de la asesoría en zonas de temporal mientras que en los Distritos de Riego, es la Comisión Nacional del

Agua. Las superficies irrigadas en producción alcanzan 5.4 millones de has, de las cuales 60% pertenecen a los distritos de riego, el 48% de esta superficie se ubica en el Noreste del país y más del 53% de las tierras regadas con las unidades se encuentran en el Norte. Las tierras irrigadas representan 35% de las superficies cosechadas.

2.1.1 El control del agua: antes y durante La Colonia

Los españoles encontraron a su llegada obras hidráulicas que permitían el manejo del agua y su desviación hacia usos domésticos o agrícolas. Las civilizaciones precolombinas aprovechaban los recursos naturales de las lagunas, y construyeron obras efectivas para el almacenamiento del líquido y su transporte así como la protección contra las inundaciones. Las lagunas fueron fuentes de alimentación con la pesca, la caza y la recolección, y se cultivaban las orillas de los lagos, aprovechando la humedad y los nutrientes de los aluviones. En el valle de México, se realizaron varios diques para preservar las poblaciones de las inundaciones y controlar el nivel del agua en el lago de Texcoco y Xochimilco, uno de los más antiguos diques data de la época de Ahuizotl. Al mismo tiempo que los habitantes de Tenochtitlán luchaban contra las inundaciones, tenía que traer a gran costo agua potable de los alrededores a costa de las poblaciones vecinas que veían reducirse sus fuentes de abastecimiento. En

el campo de la agricultura, el manejo del agua en el valle de México ha permitido el desarrollo de las productivas chinampas¹ y regar los jardines de la ciudad. Fue con el control del agua que los españoles sometieron la resistencia de la ciudad azteca destruyendo los acueductos que aseguraban la alimentación en agua potable de Tenochtitlán. Además empezaron a desecar las lagunas para favorecer nuevos usos del suelo (habitacional y agropecuario). Sin preocuparse de la renovación del recurso hidráulico, despreciaron la visión sagrada y fantástica que tenían los primeros habitantes del país respecto a este precioso líquido, la cual se encontraba en oposición con sus propias teorías científicas.

Durante la Colonia las nuevas administraciones se preocuparon por la protección de las planicies y de las ciudades contra las inundaciones, también buscaron el aprovechamiento de los ríos y arroyos para la agricultura y la liberación de tierras para las actividades agropecuarias. En el valle de México, después de la destrucción de los diques construidos por los antiguos habitantes a fines de controlar el nivel del agua en las lagunas, los españoles lucharon durante más de tres siglos contra las inundaciones (XVI, XVII y XVIII siglo), construyendo nuevos bordos y obras de drenaje. En otras regiones del país se construyeron notables obras hidráulicas que en su mayor parte fueron realizadas por ordenes religiosas.

1 Sistema de cultivo prehispánico, es una extensión de tierra que fue creada sobre el agua.

Podemos citar el lago artificial de Yuriria para riego del valle de Santiago (Guanajuato), las presas de Pabellón y los Arcos en Aguascalientes, las obras del plan de Arroyo zarco en México y de la laguna de Metztlán en Hidalgo, así como numerosos acueductos, como los de Zempoala Querétaro, Morelia, Tepeapulco, Santa Fe, Oaxaca, Morelos, etc.

Después de la Independencia, el gobierno intervendrá más directamente en el manejo de los recursos hidráulicos y se empiezan a implementar grandes proyectos de desecación de lagunas y de desarrollo del riego y para el fomento de la producción agrícola.

2.1.2 El Porfiriato: intervención del Estado y primeras grandes obras de riego

Después de la Independencia, las obras locales e individuales de manejo del agua se siguen implementando pero es con el gobierno de Porfirio Díaz que el desarrollo de la irrigación se vuelve un asunto oficial. Las luchas de Independencia y la inestabilidad social y política consecuente no permiten la construcción de grandes sistemas de riego, y la agricultura sigue los mismos pasos que durante la Colonia. La estabilidad impuesta por la larga dictadura del General Díaz tuvo consecuencias importantes sobre el desarrollo del país; entre 1830 y 1910, la población aumenta de 53%, pasando de 10 a 15 millones de habitan-

tes; se impone la necesidad de incrementar la producción de alimentos y a finales del gobierno se empiezan a tomar medidas para alentar la modernización de la agricultura con el desarrollo del riego y la apertura de las fronteras agrícolas. El gobierno favorece la expansión del cultivo de riego, invitando a compañías nacionales y extranjeras a participar a la construcción de obras hidráulicas aprovechables por las tierras de las haciendas y los latifundios. Se vuelve preciso fomentar nuevas herramientas de la modernización: una legislación reorganizada así como una política de financiamiento. Se extienden las concesiones o las ventas a extranjeros de tierras y agua, lo cual representa en 1910 (Wionczek, 1982) unos 50 millones de hectáreas, es decir una cuarta parte del territorio nacional.

La legislación del Porfiriato marca una etapa fundamental en el manejo del agua. Se recopilan las leyes y los decretos anteriores (municipales, estatales, federales) y se impone una legislación estructurada y homogénea en todo el país que refuerza el control del gobierno central sobre el agua, con la desventaja que favorece un reparto arbitrario de este recurso por las autoridades a través de las concesiones. La Ley sobre aprovechamiento de aguas de jurisdicción federal (DO-21-12-1910) extiende el concepto de bienes de usos comunes enunciado en el Código Civil de 1870 y las aguas son susceptibles de

concesión a empresas y propietarios privados a partir de 1884 (Decreto del Congreso que autoriza el Ejecutivo para que haga concesiones para aprovechar las aguas de jurisdicción federal en riegos y en la industria). Se enuncia claramente la naturaleza de las aguas que se vuelven de jurisdicción federal y la posibilidad del gobierno de disponer de las mismas. La nueva ley indica una orden de preferencia en los usos del agua que será poco modificado por las legislaciones posteriores.

- Usos domésticos.
- Servicios públicos destinados a la población.
- Irrigación.
- Producción de energía.
- Otros servicios e industria.
- Entarquinamiento (inmersión de las tierras agrícolas).

La ley de 1910 fija las modalidades de concesión de las aguas federales y las obligaciones respectivas de los usuarios. Se crea al fin una ley nacional que se impone sobre los reglamentos municipales o de los diferentes Estados de la República y que todavía representa las bases de la legislación actual (Lanz Cárdenas, 1982).

El gobierno del dictador implementa una política de financiamiento público de la irrigación, idea novedosa pero realizada muy parcialmente. La Caja de Préstamo para obras de irrigación y Fomento de la Agricultura

creada en 1908 gracias a capitales extranjeros, interviene directamente en el desarrollo del riego y la desecación de ciénegas (Cabreras Arias, 1989). En efecto, "el Gobierno Federal fue facultado por las cámaras de diputados y senadores, para invertir hasta la suma de 28 millones de pesos en obras que tuvieran por objeto el aprovechamiento de aguas para la agricultura y la ganadería" (Reyes García, 1991). Sin embargo según López Rosado (citado por Cabrera Arias, 1981), el capital proporcionado a los propietarios se reparte de manera muy desigual, 11% de los 98 beneficiarios reciben 60% de los fondos.

En los primeros años de este siglo se emprenden algunas obras de riego importantes, como la desecación de las Ciénegas de Chapala y Zacapu, los canales del Valle de Mexicali, las obras de las haciendas de Morelos, las obras de derivación y conducción de las aguas del río Nazas en la región Lagunera y la instalación de plantas de bombeo en la Región del Bajo Bravo; los canales de la región de Lombardía y de Nueva Italia, así como otras de menor importancia realizada por empresas de carácter lucrativo. En esta misma época se realizan también aprovechamientos hidroeléctricos (SRH, 1960). Estas obras benefician a una minoría de grandes haciendas y latifundios.

En vísperas de la Revolución, los grandes propietarios cultivaban más de 700,000 has. de tierras irrigadas distribuidas en todo el país (Wionczek, 1982). Cuando estalla

la Revolución estas obras se degradan y al fin del conflicto queda poco de los grandes proyectos hidráulicos del Porfiriato. Las operaciones militares y la falta de mantenimiento de los sistemas de riego durante más de diez años tienen un efecto destructor. Esta infraestructura será difícilmente aprovechable; además, ya no corresponde a las nuevas formas de propiedad de las tierras.

Durante el Porfiriato, el Estado delega a las haciendas y a las compañías deslindadoras la tarea de organizar el aprovechamiento del agua así como de mantener y construir las infraestructuras. Después de la Revolución, el nuevo gobierno busca un mayor control sobre el agua y los productores agrícolas, se encargará directamente del desarrollo de la infraestructura hidráulica en el país y del manejo de las obras de riego.

2.1.3 Los agraristas del Norte: fomentar la pequeña propiedad gracias a la hidráulica

Después de la Revolución, es preciso pacificar al campo y asegurar el abastecimiento de las ciudades en crecimiento. La política agrarista de los gobiernos post-revolucionarios se propone fomentar la pequeña propiedad y planear grandes sistemas de riego para lograr sus dos metas esenciales: tranquilizar el clima social rural y fomentar la producción alimentaria para la población urbana.

Con la derrota de los movimientos zapatistas y villistas favorables a una agricultura campesina, predomina una visión más conservadora respetuosa de la propiedad privada. En 1919, Obregón, quien temía que el reparto de las tierras desarticulara la organización de la producción y perjudicara más la alimentación de las ciudades, propuso para resolver el problema agrario, el fomento de la pequeña agricultura. A mediados de los años veinte Calles emprende medidas de modernización de la agricultura mexicana con este enfoque. En 1924 el presidente Calles declara: "...al hacer de cada campesino un propietario, se previenen y evitan futuras revoluciones". El objetivo de su política es claro, hay que fijar gran parte de los campesinos a la tierra como pequeño propietario económicamente viable. El gobierno implementa entonces una política de construcción de obras hidráulicas de colonización y de fraccionamiento de las tierras irrigadas, que refuerza con programas de créditos y apoyo a la educación, lo todo apoyado por una legislación renovada y un fuerte presupuesto federal.

La Constitución de 1917 reconocía al Estado todos los poderes en cuanto a uso y aprovechamiento de los recursos naturales del país, así como se reiteraba las condiciones de concesiones de las aguas a particulares, sociedades civiles o sociales. Como lo anota (Meraz Jiménez, 1988), mediante este artículo de la Constitución se delega al Estado la carga de repartir tierras y aguas. Queda

abierta la posibilidad de constituir una estructura de pequeña o mediana empresa agrícola privada o de organización individual o colectiva (ejido, comunidad) dejando a Calles la latitud de ejercer su política.

En la Ley de Irrigación de diciembre 1925 aprobada en enero de 1926, aparece el proyecto de transformación agraria basado sobre la pequeña propiedad (Aboites Aguilar, 1988). "Es declarada de utilidad pública la irrigación de propiedades agrícolas privadas, sin importar su extensión cultivada, cuando son susceptibles de utilizar las aguas de jurisdicción federal". (Ley de Irrigación de 1926), este texto protege las explotaciones privadas y fomenta su desarrollo a través del riego. La ley crea la Comisión Nacional de Irrigación y el Fondo Nacional para la Irrigación y reconoce la asesoría de la White Engeneering Corporation NY, empresa norteamericana de ingeniería. La Comisión Nacional de Irrigación reemplaza a la Dirección de Irrigación (dependencia de la Secretaría de Agricultura creada en 1921). Este organismo central asegura la planificación y la realización de las obras hidráulicas. En cada proyecto, evalúa el pago de las expropiaciones, organiza la repartición de las tierras recientemente irrigadas y determina la superficie máxima atribuible a una sola persona, según el número de demandantes y la superficie total disponible. El Fondo Nacional para la Irrigación reparte los presupuestos y administra los ingresos de las ventas de las tierras

de riego. La Ley de Irrigación está destinada a consolidar y legitimar el control del Estado sobre el riego.

La modificación de la legislación está complementada con una dotación importante del presupuesto federal. Aprovechando las bajas del presupuesto militar, Calles aumenta las subvenciones a la irrigación en construcción y rehabilitación de obras de 1926 a 1928, el presupuesto medio anual es de 20 millones. Estas inversiones representan 1.6% del presupuesto federal en 1926 y 7.4 dos años más tarde, pero la crisis de 1929 reduce las tasas de inversiones a 2% del presupuesto. Los resultados de tal inversión son notables, se empieza la construcción y la planeación de los grandes sistemas de riego, todavía esenciales para la agricultura mexicana.

Durante este gobierno, se rehabilitan 400,000 ha de tierras irrigadas (Wionczek, 1982) y 80,000 has se ponen en cultivo, gracias a las nuevas obras. El desarrollo hidráulico se acompaña de medidas generales para fomentar la producción. Se funda el Banco Nacional de Crédito Agrícola y cuatro bancos regionales, mientras tanto la Liga Campesina sienta las bases de una organización que controlará las masas campesinas en 15 Estados. Sin embargo, la política de Calles y de sus seguidores presenta tres reversos esenciales. La ley de riego de 1926 no cuestiona la existencia de la gran propiedad, cuando una fracción de una grande explotación se expropia para la construcción

de una obra hidroagrícola, el resto de la propiedad no es afectable (Ley de Colonización de 1926) y se tiene que proporcionar al dueño el equivalente en parcelas regadas de las tierras expropiadas; en 1927 se establece un límite para la pequeña propiedad privada de 50 veces la superficie de la dotación individual ejidal. El latifundismo y la propiedad extranjera no están muy amenazados por los callistas que no encuentran en el ejido una forma atractiva de sistema productivo. Además, los beneficios de las inversiones son desigualmente repartidos en el país.

Los Estados del Norte son los primeros en beneficiarse de la ayuda oficial. Los grandes distritos de riego se construyen en los Estados de Baja California, Coahuila, Tamaulipas y Sinaloa, así como en los del Pacífico. En el centro del país, se realizan proyectos de rehabilitación únicamente donde no se ha modificado todavía la estructura de la propiedad. La Comisión Nacional de Irrigación no dispone de presupuesto para fomentar la pequeña irrigación en la región poblada del centro de México.

A pesar del discurso oficial según el cual se pretende recuperar las inversiones federales y fomentar la autosuficiencia de los sistemas de riego, el financiamiento público sigue imprescindible. Para que sean atractivas, la Comisión no puede vender a costo real las tierras recientemente irrigadas y a colonizar; y por si fuera poco, debe subven-

cionar el funcionamiento de los distritos porque las cuotas pagadas por los usuarios no son suficientes. Si se cobraran cuotas reales muchos beneficiarios de los sistemas de riego no lograrían pagarlas, por lo cual la subvención se impone desde un inicio. Cuando se reduce el presupuesto federal destinado al riego es por consecuencia de la crisis y no de un mejor equilibrio financiero del presupuesto de la CNI. Estos tres fenómenos no desaparecieron durante las décadas siguientes excepto durante el sexenio del General Cárdenas y en parte, en los inicios de la política de pequeño riego.

2.1.4 El Gobierno de Cárdenas: una nueva política agraria

La llegada del General Cárdenas al poder, implica un giro total en la política agrícola que se enfoca a favorecer el productor minifundista y el ejidatario. Su gobierno pone el acento sobre el reparto agrario y el acceso al riego para los campesinos.

Durante su sexenio se reparten más de 20 millones de has cuando desde 1911 la Reforma Agraria había afectado 11 millones de has. El Código Agrario de 1934 reduce la superficie inafectable de 100 a 50 has de regadío o su equivalente en temporal o agostadero, las plantaciones ya no están protegidas por la legislación agraria. Se establece un mínimo de 4 has de cultivo de riego para

la parcela ejidal individual. Cárdenas no se contenta de repartir la tierra, sino que pretende dar a los campesinos medios para producir. El gobierno dedica una parte importante de su presupuesto federal al crédito agrícola para los ejidatarios y los campesinos minifundistas así como al desarrollo del riego. Durante este sexenio, el Banco Nacional de Crédito Ejidal recibe 149 millones de pesos y el Banco Nacional de Crédito Agrícola, 40 millones. Se busca reforzar la unificación campesina y asegurar su representación real con la creación de la Central Nacional Campesina. Los ejidos y comités agrarios de la Reforma Agraria se integran en comités regionales, ellos mismos agrupados en ligas de Estado (FONSECA). Cárdenas fomenta la organización en común del trabajo a través de los ejidos colectivos. Esta forma jurídica del ejido permite repartir las tierras de las grandes propiedades sin desintegrar la unidad productiva y facilita el control del Estado sobre los agricultores. En materia de riego es esencial conservar una infraestructura funcional mientras que no fraccionar las parcelas facilita la mecanización y el desarrollo de grandes cultivos como en la región de la Laguna.

En su política hidráulica también, el General Cárdenas toma la contra del gobierno de Calles. Si el gobierno sigue invirtiendo mucho en el riego, y se continúan las obras empezadas en el Norte del país, en las nuevas obras

se cambia de regiones beneficiarias y de usuarios. La inversión federal en la hidráulica sume un promedio de 34 millones de pesos anuales. Casi el 17% de la inversión total federal (NAFINSA). Se implementan sistemas de riego en el Centro (en los estados de Michoacán, Morelos, Hidalgo, Jalisco, Guanajuato, etc), en las regiones donde los pequeños propietarios y los ejidatarios apoyan al general, además se construyen obras hidroagrícolas de pequeña amplitud (represas y perforaciones). Esto es un aspecto importante del cardenismo: se ven los premicios de una política de pequeña irrigación que será retomada hasta principios de los años setenta. Para la pequeña irrigación, se crea una nueva dirección en la Comisión Nacional de Irrigación consagrada a resolver los problemas de sobrevivencia de los grupos de campesinos desfavorecidos.

Para desarrollar su política, es preciso para Cárdenas reformar las instituciones callistas: las tierras distribuidas a seguidores de Calles son fraccionadas y distribuidas en ejidos; se retiran a la Comisión Nacional de Irrigación sus prerrogativas, de ahora en adelante, el Banco Nacional de Crédito Agrícola estará encargado de acuerdo a la Ley de Crédito Agrícola (diciembre 1935) del control y del manejo de los sistemas nacionales de riego. La Comisión realiza unicamente los estudios preliminares y la construcción de las nuevas obras. La legislación agraria, pero también la legislación sobre aguas se modifi-

can a favor del ejido. En 1938, un decreto impone un orden de preferencia a la concesión de permisos para el uso agrícola de las aguas federales, a los ejidos y campesinos que disponen de una parcela ejidal inferior a las normas definidas en las leyes agrarias. La Ley sobre las Aguas de Propiedad Nacional de 1934 instituye las sociedades de usuarios del agua y juntas de agua para hacerles participar en el manejo y control de los sistemas de riego, así como la Procuraduría de Aguas para atender a los campesinos. Se crea una Guardia Federal de Obras hidráulicas dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, encargada del control del agua. El presidente Cárdenas declara los distritos de riego de utilidad pública en 1939 (Lanz Cárdenas, 1982). La legislación vigente en este período está claramente a favor de los ejidos y de los campesinos pobres, el riego les será destinado en prioridad.

Los resultados sociales del cardenismo son más favorable que los económicos. A fines de su sexenio, 1.7 millones de ejidatarios habían recibido 30 millones de hectáreas (las dos terceras partes durante el período de Cárdenas), es decir, 15% de la extensión total del territorio, 25% de la superficie censada y 5% de esta superficie era de riego. En 1930, los ejidos controlaban únicamente el 15% de las tierras cultivadas con acceso al agua de los distritos de riego, diez años más tarde, 60% de las

tierras regadas están en manos de los ejidatarios. En su política agrícola, Cárdenas privilegia los aspectos sociales y a pesar de sus esfuerzos, la producción no aumenta al ritmo deseado. Durante los años 1930, el producto agrícola per cápita disminuye de 10% respecto a la década anterior, provocando la importación de alimentos. A finales del mandato de Cárdenas, el índice de rendimientos es todavía inferior al de 1925, el valor total de la producción alcanza apenas el nivel de 1927 y 1928. En la etapa de desarrollo del riego que seguirá, los sucesivos gobiernos se darán a la tarea de mejorar la productividad de la agricultura.

2.1.5 Revolución verde y fortalecimiento de los distritos de riego

A principios de los años cuarenta, las tendencias políticas se invierten otra vez. El gobierno de Avila Camacho vuelve a las estrategias de Calles en materia de desarrollo agrícola: política de gran hidráulica y apoyo a la pequeña propiedad, sostén de la Revolución Verde.

Otra vez se modifican las instituciones y la legislación para llevar a cabo la política del nuevo gobierno. La reforma constitucional de 1946 incrementa el área mínima inafectable a 100 has de tierra de riego, la propiedad ya no es amenazada por el reparto y la seguridad sobre

la tenencia es considerada como esencial para fomentar la -- productividad en el campo. Los poderes de la Comisión Nacional de Irrigación se ven reforzados de nuevo, en 1947 se vuelve Secretaría y dispone de uno de los mayores presupuestos del Estado, además retoma el control del funcionamiento de las obras hidráulicas. Los distritos de riego destinados a ser las principales zonas de producción, son institucionalizados por la Ley de Irrigación de 1946 y se refuerza la gestión pública que estará vigente durante cuarenta años. Estos distritos serán el teatro privilegiado de la Revolución Verde que se implementa a principios de los años cincuenta.

La Revolución Verde se presenta como una solución a la necesidad de incrementar la producción agrícola, se obtuvieron resultados muy valiosos aunque bastante heterogéneos. El gobierno desea fomentar la modernización de este sector de la economía, basándose en una integración de la investigación y el campo, así como la difusión de nuevas tecnologías. En 1943, la fundación Rockefeller firma un contrato con los poderes públicos de México para participar y apoyar el desarrollo de la agricultura. Se aumentan los rendimientos gracias a la selección de variedades mejoradas y la definición de normas técnicas adaptadas a estas innovaciones genéticas. Iniciando con los cereales, trigo y maíz, la investigación se enfoca posteriormente a los cultivos de hortalizas y de forrajes. Sin embargo, las nuevas tecnologías no se extienden a

todos los agricultores: los pequeños productores de temporal no pueden asumir los costos de producción implicados por tecnología tan avanzada y no disponen de un contexto favorable a la rentabilización del paquete técnico promovido (semilla mejorada e insumos) (Pearse, 1982). Los productores de las zonas de riego son los mayores beneficiarios de la Revolución Verde. La irrigación asegura un medio óptimo para la expresión del potencial genético de las semillas mejoradas. Con la reducción de los riesgos climatológicos, la inversión en la producción de cultivos comerciales se vuelve rentable, cuando no lo es para los cultivos de subsistencia como el maíz. Los beneficiarios de la Revolución Verde son los productores que pueden hacerse de las nuevas tecnologías, tener una superficie importante y tierras de riego, sólo una parte de los ejidatarios participaron a este "milagro" de la agricultura.

Por otro lado, para estimular la producción de granos básicos, se instituyen los precios de garantía en 1957, pero no es suficiente para asegurar de manera duradera el aumento de la producción de estos granos básicos.

Se pretendía equilibrar las necesidades de los consumidores y la seguridad de un ingreso mínimo en el campo, pero este equilibrio se pierde a costa de los campesinos a mediados de los años sesenta (en 1963 en el caso del maíz).

En realidad, el aumento de la productividad en agricul-

tura no se beneficia directamente al campo. Los excedentes de la agricultura están destinados a alimentar el desarrollo del "capitalismo industrial" (Hewitt de Alcantara, 1978). Para los gobiernos de esta época, la población rural constituye una reserva inagotable de mano de obra, mientras que la agricultura debe subvencionar la alimentación de las ciudades en fuerte crecimiento. A fines del segundo conflicto mundial, existen condiciones favorables al desarrollo de la agricultura comercial y al crecimiento de la industria nacional (disponibilidad en mano de obra, presencia de empresas constructoras nacionales, etc.) lo cual justifica una política de grandes obras (construcción de infraestructuras de comunicación y de riego). Por lo tanto, la tasa de inversión pública en la irrigación sigue alta, en promedio casi el 15% de la inversión total federal durante el mandato de Avila Camacho (NAFINSA, 1990) y respectivamente cerca de 16% y 13% durante los sexenios siguientes. Estas importantes inversiones en las obras hidráulicas se traducen por un fuerte aumento en las superficies regadas y cultivadas. Durante el sexenio de Avila Camacho 500,000 has se abren al cultivo, a las cuales se añaden 600,000 has con el gobierno de Miguel Alemán y 750,000 con el de Ruiz Cortines. Entre 1947 y 1969, las superficies irrigadas en los distritos pasan de 700,000 has a 2'400,000 has; pero de nuevo la mayor parte de las obras hidroagrícolas benefician a los valles semi-tropicales del Norte y Nordeste de México. Los mismos Estados privilegiados por la Comisión Nacional de Irrigación

veinte años antes, absorben cerca de la mitad de las inversiones públicas para las grandes obras de riego, es decir Baja California, Tamaulipas, Sinaloa y Sonora.

Los resultados de la política de gran irrigación y de la Revolución Verde se expresan a través de un fuerte aumento de la producción. La tasa de crecimiento de la agricultura rebasa la de la demografía (de 1942 a 1964, la tasa de crecimiento de la producción es en promedio de 5.1% anual y 3.1% para la población), las superficies cultivadas se multiplican por tres y los rendimientos aumentan de 70%. Los distritos de riego participan ampliamente en esta evolución: en 1945, representan 10% de la superficie cultivada y 17% en 1969; la superficie trabajada en estos distritos se multiplica por 3.45 entre 1947 y 1969; mientras las áreas de temporal aumentaron 1.5 veces su rendimiento, de 1945 a 1988, las zonas de riego lo cuadruplicaron y se duplican hasta 1969 (Cervantes-Moreno, 1989).

En el marco del desarrollo de los distritos de riego, estos gobiernos no lograron el éxito en dos aspectos importantes: la autosuficiencia económica de estas obras y el equilibrio en la repartición regional y social de las mismas. El mantenimiento de las obras no es sistemático, sólo los usuarios que pueden asegurarlo lo realizan y en los otros casos, el gobierno no interviene a tiempo. Los campesinos y ejidatarios sin capital y sin acceso

al crédito no pueden asegurar el buen funcionamiento de su sistema de riego, por lo tanto se consolida una élite de grandes y medianos propietarios o una fracción de ejidatarios enriquecidos que trabajan las mejores tierras de riego. Después de cuarente años de aplicar una misma política, los planificadores del riego empiezan a vislumbrar los efectos negativos a nivel ecológico como socioeconómico de la concentración de las obras hidráulicas en el norte del país. Este desequilibrio en el sector agrícola preocupa a la Secretaría de Recursos Hidráulicos que propone en 1960 una mejor repartición de los distritos y la rehabilitación de las obras hidráulicas. Habrá que esperar diez años más para que se aplique esta política. Exceptuando el intervalo cardenista, la agricultura minifundista de temporal fue sacrificada a beneficio del auge de una agricultura comercial de riego. En 1965, el gobierno de Díaz Ordaz manifiesta su interés por las regiones centrales del país y trabaja sobre un programa nacional de pequeño riego destinado a las zonas de temporal hasta ahora abandonadas por el Estado.

2.1.6 La pequeña irrigación y el apoyo a las zonas de temporal

A principios de los años setenta, se impulsa el programa de desarrollo de la pequeña hidráulica destinado a compensar

el retraso de la agricultura de temporal. Se revisa la legislación sobre aguas, evolucionan las instituciones de suministro de alimentos y de crédito, la estructura gubernamental se modifica. En 1972, la Ley Federal de Aguas junta y actualiza todas las leyes y reglamentos sobre este recurso, distingue dos tipos de sistemas de riego: las obras hidráulicas que riegan superficies extensas (existen excepciones) las cuales forman distritos de riego manejados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos; y las obras de dimensiones menores destinadas a pequeñas superficies para las cuales se crean las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural (URDERAL). Las URDERAL son definidas como "...toda obra legalmente constituida por obras ejecutadas no solamente por la SRH sino también por los gobiernos de los estados y territorios, los municipios, los organismos y las empresas del sector público, los ejidos, las comunidades y los particulares, además se preve claramente la constitución en cada estado, distrito o territorio federal, de un Comité Directivo especialmente creado para ocuparse de los problemas de las URDERAL, la función de la Secretaría siendo la de organizar su administración, funcionamiento, conservación y desarrollo cuando existe una inversión federal y en todos los casos vigilar, promover e imponer las medidas necesarias al buen aprovechamiento del agua de riego como factor fundamental de la producción agrícola..." La autonomía de las

Unidades de Riego para el Desarrollo Rural es mayor que la de los Distritos de Riego, sin embargo, quedan bajo la vigilancia de la Secretaría. En los años setenta y ochenta, se crean Unidades de Riego en todo el país, se construyen presas de capacidad reducidas y se perforan miles de pozos. Entre 1970 y 1986, 698,000 has se introducen al riego, es decir las pequeñas obras de riego benefician a unas 40,000 has anuales (Calva, 1988). Con las obras de rehabilitación y de mejoramiento, la superficie total de las unidades de riego representa en 1986, 1'976,214 has. Después de la construcción de presas, el desarrollo de la pequeña irrigación se basa en la perforación de pozos. Entre 1977 y 1989, los volúmenes de agua subterránea-explotada se multiplican por tres para rebasar los 30 millones de m^3 anuales y son en su mayoría destinados a la producción agrícola (Morales Escalante, 1990).

El desarrollo de la pequeña hidráulica agrícola se acompaña de una serie de medidas tomadas por el gobierno de Echeverría (1970-1976) para contrarrestar la crisis de la agricultura. Se refuerza la política de inversiones públicas y se liberan los precios de garantía. El Estado toma un mayor control sobre el proceso de comercialización y el suministro de productos agrícolas, la CONASUPO (Compañía Nacional de Subsistencias Populares, organismo oficial de comercialización de los productos de base) va acaparando más productos. Se crean programas de apoyo a la agroindus-

tria, el crédito en la agricultura se reorganiza: BANRURAL (Banco Nacional de Crédito Rural creada por la ley de 1975), bajo la dirección de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, es el encargado de seleccionar los sujetos de crédito y las modalidades del crédito agrícola. Participa en la producción como en la realización de inversiones, luego, otras instituciones tendrán autorización para otorgar préstamos rurales como los fideicomisos, Nacional Financiera y bancos privados o mixtos. La reestructuración del crédito agrícola es consecuencia de la reorganización del gobierno. La Secretaría de Recursos Hidráulicos se integra a la Secretaría de Agricultura y Ganadería. Mucho tiempo estas secretarías estuvieron en competencia respecto a la repartición del presupuesto federal y el reparto de sus funciones. La nueva Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos divide las zonas de temporal del país en distritos de desarrollo. Esta reorganización del sector agrícola, promueve un aumento de la producción agrícola y beneficia a los estados del centro del país. Los gobiernos de López Portillo y Miguel de la Madrid emprenden programas de desarrollo de la agricultura con vías a alcanzar la autonomía o soberanía alimentaria apoyándose en la producción campesina, pero sin resultados duraderos. En realidad, después de un corto período de interés del Estado hacia un desarrollo más homogéneo de su agricultura, empieza una política de retiro puesta en evidencia por la reducción del presupuesto federal

y de la tasa de inversión pública.

Como lo veremos en el caso de Ecuandureo, el pequeño riego está fuertemente subvencionado hasta los años ochenta, pero el Estado opera un cambio en su política de desarrollo de la agricultura hacia un liberalismo cada vez más riguroso que perjudica las pequeñas zonas de temporal recientemente abiertas.

2.1.7 Retiro del Estado, primeras medidas

En la primera etapa de desarrollo del riego, el Estado asumía casi la totalidad de las inversiones y de los costos de funcionamiento. Pero en los ochenta, se observa una reducción de los gastos del Estado, especialmente en el sector agrícola, que igualmente se hace sentir en la agricultura de riego y el desarrollo de la hidráulica.

A partir de los primeros años de los ochenta, el gobierno toma medidas de reducción del gasto federal, lo cual es notable en la política agrícola. Se reorganizan las instituciones y las leyes de manera a restringir el papel del Estado e incrementar la participación de los campesinos.

Entre 1981 y 1986, el gasto público destinado a la agricultura se recorta a la mitad mientras que el presupuesto federal se reduce a 67% para asegurar el pago de los intereses de la deuda nacional. Los gastos

destinados al desarrollo rural pasan de 8.1% a 3.5% del presupuesto federal (Calva, J.L. 1988). En 1988 esta tasa baja a 1.6%.

Otra vez, la institución de crédito será reestructurada, se reducen los gastos de funcionamiento y los préstamos se condicionan al pago de las deudas adquiridas con anterioridad. Las superficies susceptibles de recibir del banco oficial algún crédito de avío se reducen mucho. El Programa Nacional de Solidaridad no alcanza a llenar el vacío dejado por BANRURAL. Las inversiones públicas en el riego están condicionadas a la participación de los usuarios y la posibilidad de recuperación de los costos.

Las modificaciones llevadas a la legislación vienen a apoyar el retiro del Estado en el sector de la hidráulica. Las reformas de 1986 a la ley de aguas de 1972 enfatizan sobre el equilibrio entre demanda y oferta de agua, la economía de este recurso, la rentabilización de las inversiones federales y el mejoramiento del manejo del agua, mientras que la nueva ley de aguas de 1992 extiende peligrosamente el concepto de concesión de aguas al sector privado, dándole más responsabilidad en el manejo y en la conservación de este recurso. Se crea una nueva institución para su control dependiente de la SARH, la Comisión Nacional del Agua que entra en función en 1989. La CNA está encargada del control y de la preservación de este recurso. En la práctica asegura la administración de los distritos

hasta su entrega a los propios usuarios. Se acordó transferir 36 DDR, 2.3 M has de riego a los usuarios (73% de la superficie de los 79 DDR). En dos años debe asegurarse la rehabilitación de los distritos de riego gracias a un préstamo del Banco Mundial, la capacitación de los usuarios y la transferencia de la gestión de los distritos a los usuarios agrupados en asociaciones civiles y sociedades de responsabilidades limitadas. Desde 1989 ya se han transferido 744 mil 317 has a 80.521 usuarios, transferencias que viene a legitimar la nueva Ley de Aguas de 1992. La CNA va restringiendo sus funciones al control de los recursos regionales (manejo de las presas, inventarios hidrológicos, control de las zonas de veda, etc.) y tendrá un papel consultivo en los distritos, se previene la privatización de la asesoría técnica. Concretamente vemos que en 1991, los precios del riego se han multiplicado (por 37.5 en Zamora) para soportar los costos de funcionamiento de los distritos, se planea que las subvenciones disminuyen del 90% al 10% del presupuesto de la CNA. En cuanto a la pequeña irrigación, la construcción de obras ya no es un regalo de parte del gobierno; desaparecen los subsidios hacia el sector de energía eléctrica empleada por la mayoría de los equipos de bombeo lo cual aumenta los costos de funcionamiento de 150%. El encarecimiento de la energía obligará a un control del gasto en agua en las unidades de bombeo, además ya se instalan en los

distritos medidores para evaluar los volúmenes de agua utilizados y/o extraídos para cobrar a los usuarios una cuota destinada a la Comisión Nacional del Agua. Se pretende regularizar los usos clandestinos de este recurso.

A las medidas de economía del presupuesto federal, se suma la desaparición de los precios de garantía y la apertura de las fronteras a las importaciones que obligarán a los productores a producir a precios del mercado mundial o a desaparecer. Después de más de cuarenta años de una política de subvención, la agricultura de riego empieza a sufrir el retiro del Estado y se puede pensar que la brecha entre gran irrigación y pequeño riego en zona de temporal será cada vez más amplia, sin que las mejores regiones agrícolas estén a salvo de todo peligro.

2.2 Pequeño riego; un desarrollo reanudado

2.2.1 Marco histórico y político del control del agua en la región de El Bajío y el Valle de Ecuandureo

En la región de El Bajío y en valle de Ecuandureo, la tradición del riego proviene de la época de la Hacienda desde entonces las fuentes de aprovechamiento del agua cambiaron y la tecnología se transformó. De los hacendados a los ejidatarios y pequeños propietarios actuales, los usuarios cambian según la política del gobierno, pero sin dejar de enfrentarse para el control de este recurso (Cuadro No. 1).

CUADRO No. 1 LA POLITICA DEL AGUA A NIVEL NACIONAL REGIONAL Y LOCAL

EPOCA *	POLITICA AGRICOLA	LEGISLACION SOBRE AGUA	BAJO	ECUANDUREO
PRECOLONIAL	"Manejo del agua," protección contra "las inundaciones," acueductos.			Aprovechamiento de "las lagunas, recolección, pesca, caza," cultivo de humedad
COLONIAL	Repartición de las tierras de los Indígenas, creación y expansión de las haciendas	Lagunas y ciénagas son propiedades del Estado	Ganadería y cultivo de trigo bajo riego, cultivos de humedad	Drenaje y bordos contra las inundaciones. Sistemas de riego con cajas, cultivos de trigo, garbanzo, maíz, caña de azúcar, tabaco, etc. ganadería en los pastos de la laguna.
EL PORFIRIATO	Desarrollo del riego con el apoyo de las compañías deslindadoras	Ley de 1910 sobre el aprovechamiento de aguas de Jurisdicción federal, creación de la Caja de Préstamos para Obras de Irrigación y Fomento de la Agricultura Constitución de 1917	Obras de desecación de las Ciénagas de Zacapu y de Chapala y obras de riego	
CALLES	Fomento de la pequeña propiedad y del riego	Ley de irrigación de 1826, creación de la CNI	Oposición a la Reforma Agraria en el Bajío	Primera dotación en 1927 (ejido de Ecuandureo), abandono del cultivo en la planicie inundable
CARDENAS	Reparto de tierras, el BNCA se encarga del manejo de las obras de riego	Ley de Crédito Agrícola de 1935, reformas al Código Agrario	Obras de desecación en la Ciénaga de Chapala	Dotaciones y ampliaciones Conservación de algunas cajas
REVOLUCION VERDE	Modernización de la agricultura, desarrollo de los DDR, precios de garantía	Reforma constitucional de 1946, Ley de Irrigación de 1946, la CNI se vuelve SRH	expansión de la agricultura zamorana, saneamiento del valle	Aparición del sorgo y expansión en los 60's
PEQUEÑO RIEGO	Apoyo al temporal, reorganización del crédito rural, crecimiento de la CONASUPO	Ley Federal de Aguas de 1972, creación de las URDERAL, fusión SRH et SAG en la SARH	Plan Lerma, DDR Rosario-Mezquite	Impulso del pequeño riego. Desaparición de las últimas cajas, drenaje del valle
RETIRO DEL ESTADO	Reducción del presupuesto agrícola, desaparición de los precios de garantía, apertura de las fronteras	Reformas a la Ley de 1972 en 1986 y 1992, creación CNA, transferencia de los DDR		Multiplicación de las perforaciones, financiamiento del gobierno de Michoacán, participación obligatoria de los usuarios

2.2.1.1 La Colonia y el Porfiriato

Los españoles tardaron hasta fines del siglo XVI para colonizar la totalidad del Bajío. La creación de grandes haciendas estaba destinada a conservar y defender un territorio recientemente explorado. La ganadería se instaló en prioridad en estas regiones, ligada a la colonización, representaba un apoyo decisivo para el desarrollo de las minas y de la agricultura (Chías Berril, 1986).

Los encomenderos de El Bajío, tomaron el control de las aguas superficiales para aprovecharlas en la agricultura. Celaya, el Valle de Santiago, Salvatierra y Querétaro son ejemplos del aprovechamiento del río Lerma y de sus afluentes (río de La Laja, río Querétaro) por las haciendas trigueras. Se construyeron canales para desviar el agua de los ríos, presas y bordos para almacenarla y repartirla en las parcelas cultivadas, mientras que los molinos de granos se beneficiaban de la fuerza motriz de las corrientes superficiales. Las numerosas lagunas y zonas pantanosas de El Bajío fueron aprovechadas por los ganaderos que disfrutaban de derechos de uso sobre tierras que pertenecían al gobierno central, dejando las poblaciones indígenas sin acceso a los cultivos de humedad. La ubicación de los centros pecuarios y agrícolas se debía menos a la presencia de recursos hidráulicos explotables que a la proximidad de los centros mineros de El Bajío guanajuatense. Las dificultades de transporte, obligaron a los

hacendados a enfocar su producción hacia los cereales y los animales de carga para los mercados regionales. Durante la Colonia, las obras de desecación implementadas se destinaron prioritariamente a proteger los recientes asentamientos ubicados en los valles (ejemplo, de Zamora), y hubo que esperar hasta el siglo XIX para que se llevara a cabo el drenaje de los valles, a gran escala.

La Ciénega de Zacapu es un ejemplo del papel del Estado en el aprovechamiento del agua en la agricultura y la desecación de las tierras. El control de los escurrimientos se fomenta desde principios del siglo XIX y esta política se refuerza durante el Porfiriato. Con la ley de reparto comunal dictada por el gobierno de Michoacán en 1827 y la institución de las empresas de colonización en 1828, se dieron las herramientas jurídicas necesarias a los grandes propietarios para apropiarse de los terrenos baldíos de la Ciénega, sanearlos y cultivarlos. Sin embargo, fue hasta después de la restauración de la República que el Estado empieza a proyectar algunas obras. La falta de financiamiento en el sector público frena las obras que se tienen que dejar a la iniciativa privada, es decir los hacendados. Hasta la creación de la Caja de Préstamos para Obras de Irrigación y Fomento de la Agricultura, no existe un sistema de crédito susceptible de fomentar las obras hidráulicas. Según Reyes García (1991), "de 1909 a 1913 la Caja de Préstamos trabajó con diversas

empresas agropecuarias en Michoacán (...) inyectó siete millones de pesos por medio de préstamos hipotecarios pagaderos en plazos de 15 años y con un interés anual de 6.75. Las inversiones fueron realizadas en el centro, norte o noroeste del estado de Michoacán. En total fueron beneficiadas 200,000 has: desecadas, drenadas, irrigadas y puestas en producción.

En el valle de Ecuandureo antes de la Reforma Agraria se aprovechan las corrientes de agua superficiales para cultivar en invierno. En los archivos del Departamento de Asuntos Agrarios se encuentran reportados varios arroyos, ojos de agua y cajas elementos de un sistema organizado de riego que cubría una región amplia.

El arroyo de Changuitiro, de formación pluvial proviene de los altos de Changuitiro y de los escurrimientos del vertiente suroeste del Cerro Churintzio, baja a lo largo de varias localidades, corre hacia Potrero Nuevo y se une con el Arroyo Chico en Rincón Grande, sigue por Quiringuicharo, La Soledad y Munguía antes de quitar este valle hacia el río Lerma. A lo largo de su periplo, el agua de este arroyo está conservada en parcelas con bordos (o cajas) de 15 cm o más de 1 m de alto, y pequeñas presas, para ser aprovechada por varios cultivos en temporada de sequía. En el siglo pasado, se reporta que el arroyo Guacamacato regaba 115 ha de la Hacienda de La Noria, pasando por la presa del Molino hacía funcionar un ingenio

de caña de azúcar en la Hacienda de Quiringüicharo, luego su caudal se repartía entre las 60 ha de cajas de Quiringüicharo y los 73 ha de La Soledad. Gracias a estos almacenamientos pocos profundos, se alcanzaba regar hasta 171 has de la Hacienda de Quiringüicharo y 230 has de la hacienda de La Soledad. Por último, regulado por dos pequeñas presas, el arroyo de Quiringüicharo llegaba hasta los Bordos de Las Cuevas y de Munguía que abastecían en agua 274 has en esta localidad.

El Arroyo Chico proviene del otro vertiente del Cerro Churintzio pasa por la Providencia y Rincón Grande antes de confluír con el arroyo Guacamacato. La Hacienda de La Noria y Taquiscuareo regaba con estas aguas 1,252 has y la de Rincón Grande 24 has, el Rancho de Taquiscuareo y de Los Guajes, 162 y 40 has, respectivamente.

Abajo del Cerro Grande, La Caja Nueva de la Hacienda de Las Fuentes se alimentaba por ojos de agua y arroyos. Gracias a esta caja de 40 has se regaban unas 100 a 150 has en las tierras de la hacienda. Los excedentes de agua corrían por drenes. Esta unidad de riego estuvo en función por parte del ejido de Ecuandureo hasta el programa de drenaje de la planicie, a principios de los años setenta.

Al suroeste del valle de Ecuandureo, el arroyo La Alberca permitía regar de 50 has. a 350 has. de la Hacienda de Ucácuaro y 35 ha. del Rancho de Maravillas, pertenencia

de la Hacienda de El Colesio, mientras que el ojo de agua de La Huerta beneficiaba a 20 ha. de la Hacienda de Estancia de Gómez.

Como las parcelas de riego, las tierras de jugo alcanzaban producir una segunda cosecha en el año. A menudo que las cajas se vaciaban, se podían sembrar también. Además la proximidad de la laguna y la presencia de un manto freático elevado era propicio a los cultivos de humedad en otoño, como en las Haciendas de Rincón Grande (206 has), del Rincón (35 has), de Las Fuentes (696 ha), el Predio de Maravillas (31 has) y el Rancho de La Rosa (6 has). Hoy en día se encuentran todavía vestigios de las obras de las haciendas con las compuertas que controlaban la apertura de las cajas, así como norias y abrevaderos.

2.2.1.2 Reforma agraria

Las haciendas de El Bajío ancladas en la tradición agrícola de la región resisten en cuanto pueden a los vientos agraristas. En Zacapu, los hacendados responsables de la desecación de la ciénega se oponen con fuerza a la Reforma Agraria y hay que esperar 1924 para ver una primera victoria de los agraristas a pesar de la represión de los propietarios. Pero con la desintegración de la hacienda desaparecen los recursos y la organización que regían las obras hidráulicas.

El gobierno post-revolucionario no apoya la agricultura ejidal del centro del país y habrá que esperar la presidencia del General Cárdenas para que sea el caso. El reparto de más de 408 mil has a 24 mil ejidatarios entre 1928 y 1932 siendo gobernador del Estado de Michoacán es un premiso de la política que Cárdenas implementará una vez al gobierno federal.

La Reforma Agraria en el valle de Ecuandureo fue tardía y duró casi treinta años. En esta época, la falta de mantenimiento de las obras de drenaje y protección contra las inundaciones así como las oposiciones entre comunidades para el control del agua, implican la disminución de las superficies cultivadas y particularmente de los cultivos de riego. Además los ejidatarios no disponen de medios de producción suficientes para cultivar productos comerciales (cereales, tabaco, caña de azúcar) y se dedican a cultivos de autoconsumo como el maíz. En los años cuarenta los ejidos y las pequeñas propiedades se enfrentan por el uso de las aguas del arroyo temporario de Changuitiro. Estas aguas captadas en pequeñas represas y cajas permitía regar los cultivos de otoño e invierno; la presa de La Noria es parte de un conjunto de represas abastecidas por el arroyo Changuitiro o Guacamato. Este embalse cuya capacidad rebasaba los 3 millones de m³, tenía que regar unos 2800 has repartidas entre los ejidos de La Noria, Ecuandureo, Quiringúicharo, Los Guajes, Taquiscuareo

y El Algodonal. Los conflictos para el aprovechamiento de este embalse están reportados en los archivos del Departamento Agrario: con la Reforma Agraria, se ha repartido también entre los ejidos los volúmenes de agua pero los poblados ubicados río arriba utilizan el recurso sin importar las necesidades domésticas y agrícolas de las otras localidades. Además, el caudal correspondiente al ejido de la Soledad está utilizado en los terrenos de los pequeños propietarios de la zona. La Secretaría de Reforma Agraria y la Secretaría de Recursos Hidráulicos reciben las quejas y tienen que arbitrar los conflictos sin gran éxito.

En la actualidad, por el problema del azolve, La Noria otorga agua únicamente a los ejidos más cercanos, dejando sin regar las tierras con derechos de Ecuandureo y Quiringüicharo. Esta presa se comunica con los embalses de El Capulín y La Providencia (o José Antonio Torres, construido en 1973). El Capulín dejó de funcionar desde hace unos veinte años y la presa de José Antonio Torres que regaba 240 ha en tres ejidos (Los Guajes, La Providencia y Rincón Grande) ha reducido su capacidad a la mitad después del ahondamiento de un bordo y de su azolve.

2.2.1.3 La Revolución Verde en el Bajío Michoacano

En los años cuarenta y cincuenta, después de una reorganización de la producción, la agricultura de El

Bajío empieza a diversificarse. Es el caso en el valle de Zamora.

En el Bajío zamorano, el desarrollo de los cultivos comerciales frutas y hortalizas, se ve favorecido en los años cincuenta por las obras hidráulicas y una mayor disposición en medios de producción. Durante el mandato de Ruiz Cortines, después de varios siglos de tentativas, se finaliza el drenaje del valle de Zamora, la construcción de la presa de Urepetiro asegura el control de las inundaciones en gran parte del valle. Gracias a redes de drenajes, canales de riego y presas, el agua es canalizada y conservada para la producción agrícola. Estas obras permiten cuadruplicar las superficies en producción, de 10,000 o 13,000 hectáreas cosechadas a 40,000 has (Verduzco, 1984). Además se moderniza la infraestructura de riego con las aguas del río Duero y del río Celio.

A partir de 1954, el Estado se encarga de la gestión de la zona de riego de Zamora, la junta de usuarios del agua se integra en un nuevo distrito dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicas. Hasta principios de los noventa, el distrito será la institución encargada de repartir el agua, asegurar el mantenimiento de la red de canales, conciliar los conflictos entre usuarios y dar asesoría técnica a los productores.

Actualmente, la superficie regada en el distrito de Zamora varía según la disponibilidad en agua y el

estado de mantenimiento de la red de canales, las hortalizas son los cultivos que representan el valor esencial de la producción del distrito. El DDR No. 61 incluido en los municipios de Chavinda, Ixtlán, Jacona, Pajajuarán, Tangancicuaro y Zamora, presenta una superficie creciente de 28,450 has, de las cuales 10,000 son de temporal.

En el valle de Ecuandureo el impacto de la Revolución Verde no se hizo sentir directamente, pero se recibieron influencias de los valles vecinos; apareció de manera aislada el sorgo, antes de difundirse en los años sesenta; se empieza a abrir el mercado de trabajo regional. En esta época, las tierras cultivables del valle se limitan todavía a la lomería y a los altos del valle.

A mediados de nuestro siglo, se construyeron en la región nuevas presas o se rehabilitaron otras para regularizar las aguas superficiales e incrementar las superficies bajo riego en los ejidos. Las aguas broncas de los arroyos al ser recuperadas permiten aumentar la superficie cosechada cuando las tierras ejidales no se pueden extender más y permiten reducir las inundaciones.

Las presas fueron durante menos de dos décadas, las obras hidráulicas susceptibles de abastecer en agua las más extensas superficies, pero la falta de mantenimiento redujo su capacidad y dejaron de tener un impacto en el desarrollo del riego. Sin embargo, permitían conservar y aprovechar en la región las precipitaciones captadas

en la cuenca de Churintzio.

2-2.1.4 El Plan Lerma: para un desarrollo regional

En 1963 es fundado el Plan Lerma-Ayuda Técnica en su calidad de fideicomiso de Nacional Financiera, S.A. (instituto oficial de financiamiento), y en colaboración con el Banco Interamericano de Desarrollo. El objetivo fue desarrollar la región, apoyándose en actividades económicas, principalmente agricultura e industrias de transformación. En efecto, hasta 1971, el Plan Lerma sirvió para elaborar investigaciones básicas sobre las características sociales y físicas de la cuenca, dentro de un conjunto de municipios situados en nueve, y después diez estados del Occidente de México: Aguascalientes, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas. (Plan Lerma-Asistencia Técnica, 1974).

En agricultura, se elaboraron estudios agrológicos por municipio. La apertura de tierras al cultivo y el desarrollo de la irrigación fueron programados; se realizaron investigaciones sobre ganadería, agricultura de temporal, fruticultura; se crearon centros de demostración y se impulsó la producción de semillas mejoradas; se desarrolló la infraestructura rural. El campo fue parte del escenario de desarrollo integral de la cuenca del Lerma.

El Plan Lerma se convirtió en uno de los primeros organismos que trabajaron en la programación del desarrollo regional del país. Sin embargo, la elección de una unidad de planificación basada en la cuenca, si se justifica para el manejo hidráulico, apareció como inoperante para la programación económica y social. La ausencia de una unidad de decisión política limitó la puesta en marcha de los proyectos. A partir de 1971, a los programas regionales se agregaron los programas de desarrollo estatales. Se constituyeron numerosos proyectos de inversión. Por ejemplo, el plan 1974-1978 prevé un aumento del PIB regional en 9.8% por año, destinado a limitar los desequilibrios intra-regionales y a integrar la región al resto del país. Concretamente la agricultura de temporal se benefició con la ayuda financiera y técnica (un técnico por municipio), se impulsó la organización de los productores.

El éxito del Plan Lerma fue relativo, pero por lo menos permitió un mejor conocimiento de las condiciones de desarrollo de la región. Por otra parte, fue un ensayo de una visión global del desarrollo de la agricultura y de la gestión del agua por una gran cuenca y no de manera dispersa.

En la misma época (1969), la Secretaría de Recursos Hidráulicos crea entre La Piedad y Yurécuaro, el distrito de Rosario Mezquite. Situado en los estados de Michoacán,

Jalisco y Guanajuato, el distrito de riego No. 87, cubre una superficie de 39,124 has. El sistema está constituido por cuatro grandes zonas, repartidas en centros de ayuda técnica.

La presa Melchor Ocampo proveniente del río Angulo está al origen del sistema de riego, el agua almacenada en época de lluvias es vaciada en el Lerma y en parte utilizada por la primera zona cerca de Angamacutiro (actualmente con 3,000 has y 1,167 usuarios); de allí se irrigan 6,000 has al Sur de La Piedad(1,362 usuarios) antes de pasar por la represa de Mezquite, los canales de Yurécuaro y de La Barca (3,000 ha y 681 usuarios) y de La Barca (6,000 ha y 818 usuarios).

En el distrito de Rosario-Mezquite el riego es también asegurado por los pozos profundos y por algunos. Los campos irrigados pertenecen en su mayoría a los ejidos (85%).

En el valle de Ecuandureo, se implementa un programa de drenaje y desecación de la laguna de Colesio, después de la rectificación del arroyo Quiringüicharo. A principios de los setenta, se realizan las primeras perforaciones profundas para usos domésticos o riego en los ejidos y en las pequeñas propiedades. Se implementa un proyecto de granja porcícola ejidal que no tendrá éxito.

2.2.1.5 El riego en los años ochenta

En 1982 los distritos de Desarrollo Rural se reorganizan por municipios. El distrito de Zamora, creado en 1986 une las unidades de riego de Zamora y Quitupan-La Magdalena con una parte del distrito de temporal de Zamora. Existen cuatro centros de base: Chavinda, Tangancicuaro, Los Reyes y Cotija; la Secretaría de Agricultura (SARH) se encarga de la organización y de la asistencia técnica para las zonas de pequeña irrigación. Mientras que la reciente Comisión Nacional de Aguas se encarga de los distritos de riego desde su creación, la CNA abandona la gestión por gran cuenca reemplazada por una administración por estado.

En el valle de Ecuandureo, en los ochenta, el aprovechamiento del agua en agricultura se caracteriza por el uso cada vez más intensivo de los recursos subterráneos renovables en un lapso de tiempo más o menos largo.

Antes de mediados de los años setenta la explotación de las corrientes subterráneas era todavía escasa. Las norias se alimentaban del manto superficial, al nombre de 22, sus usos no se limitaban al riego, abastecían también en agua potable las comunidades y sus animales. Las primeras perforaciones de pozos se realizan a partir de los años cincuenta para los usos domésticos y el riego de las pequeñas propiedades, las más profundas alcanzan

70 metros. En 1972, se construye el primer pozo profundo de 140 m, destinado a regar las tierras ejidales de las Fuentes, es el inicio de una primera ola de perforaciones dirigidas a una explotación agrícola del agua del subsuelo y fomentada por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) o la SARH. De 1972 a 1980 se construyen 35 pozos de los cuales se destinan al riego 26 y solamente cuatro a los usos domésticos, con cuatro negativos. La segunda etapa de perforaciones sucede entre 1981 y 1986 (esencialmente con el apoyo del Fideicomiso de Obras e Infraestructuras Rurales), 31 pozos son abiertos para el riego. Entre 1988 y 1990, cuando el gobierno de Michoacán otorga la mayor parte del financiamiento de las obras, las perforaciones son al nombre de 11 con dos pozos mixtos (usos domésticos y agrícolas). Actualmente, debido a la disminución de los niveles freáticos y a la reducción del apoyo oficial, parece que el ritmo de multiplicación de los pozos ha bajado, y que se realizan solamente los pozos ya autorizados.

En la región, las perforaciones se multiplican, por ejemplo en el municipio de Yurécuaro, se perforaron 78 pozos entre 1978 y 1988. Las perforaciones de pozos marca una etapa importante del desarrollo de la zona, se introduce el riego en una zona tradicionalmente de temporal, con algunas excepciones durante la época de la Hacienda. El riego da un nuevo impulso al desarrollo

de la agricultura, pero sigue limitado en el espacio y no beneficia a todos los productores como lo veremos en este trabajo.

2.3 Creación de la unidad de gestión del agua

El proceso de creación de una unidad de gestión del agua es, desde mediados de los setenta, resultante de un acuerdo entre un grupo organizado y el Estado, principal financiero de las obras. Empero se nota un cambio en la actitud del Estado. El poder público antiguamente prolijo en créditos blandos y en subvenciones exige una mayor participación de los campesinos y privilegia inversiones redituables. La alza de los costos de las obras, el insuficiente mantenimiento demostrado y la carestía de reembolso de las inversiones públicas, causaron un cambio en la política general que se nota en la creación de las nuevas unidades de riego en el valle de Ecuandureo.

a) EVOLUCION DE LOS COSTOS DE LOS POZOS Y EQUIPOS DE BOMBEO

En el transcurso de los años, los costos de construcción, equipo y mantenimiento de los pozos se multiplicaron cientos de veces y el productor perdió la capacidad de asumir sólo estas inversiones. Además de la alza en los costos de perforación y de las bombas, los pozos se tuvieron que excavar cada vez más profundos,

con el fin de asegurarles un uso duradero. En el valle de Ecuandureco, hasta los años cincuenta, los pozos pocas veces rebasaban los 50 m de profundidad, todavía en esta década (años 50 y 60) y la siguiente, las perforaciones de norias eran más frecuentes que las de pozos, abastecían las familias y los animales en agua y a menudo servían para regar una pequeña superficie. Las norias no son tan profundas como los pozos y en general no están ademadas, no tienen un equipo de bombeo muy potente, el cual puede ser manual. De una profundidad de 5 a 35 m, estas norias podían ser costeadas por los mismos usuarios (comunidades o pequeños propietarios) sin necesidad de subvenciones o créditos oficiales. En 1952 una noria equipada de 7 m de profundidad, que podía regar de una a cinco hectáreas, tenía un precio correspondiente a 19 t. de maíz, o 10 t. de trigo. Estos cálculos se basan en los datos recopilados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1972 y los precios de garantía anuales reales de estos dos cultivos. La mayoría de las norias se dejaron de usar en los setenta, cuando el nivel del manto freático bajó después del drenaje y después de las múltiples perforaciones. En los años sesenta, la perforación de un pozo de 100 m representaba el precio de 12 a 17 toneladas de maíz o 13 a 20 ton. de trigo, mientras que el equipo no representaba más de la mitad de este costo. A fines de los setenta estos costos se multiplican por diez cuando

los precios de garantía van bajando y que las perforaciones se realizan entre 100 y 160 mts. En 1989 el costo total de un pozo equipado de 200 mts equivale a 621 ton. de maíz o 633 ton. de trigo, y en algunos casos se alcanzan perforaciones de 350 mt. de profundidad; en 1988, el costo de la perforación era de 250,000 \$/m, y en rocas de 500,000 pesos.

A estos costos hay que añadir las mermas ocasionadas por perforaciones falladas. Desde los años setenta, se excarvaron una docena de perforaciones sin encontrar agua suficiente para un aprovechamiento costeable (más del 15%); algunos pozos no se realizaron adecuadamente y presentan derrumbes que impidan su uso (10%); al fin el número de pozos en los que disminuye su gasto, reduciendo o impidiendo su uso, es creciente. A pesar de los estudios geológicos y algunas veces de la varilla de zahorí; antes de decidir de la localización exacta de un pozo, después del estudio geológico que define la zona de perforación, los campesinos llaman a un zahorí para que encuentre las corrientes subterráneas que deben pasar por el pozo para que sea bien alimentado, en ocasiones la elección de la localización de la perforación puede fracasar. ¿Quién tiene que sostener el costo de este fiasco? El productor rehusa justamente pagar un proyecto abortado y reclama la reposición de este pozo. Las autoridades que se comprometieron a dotarles del riego tardan 5 o 10 años para hacerlo (si lo hacen), mientras tanto, los

programas de financiamiento y los costos a soportar por las comunidades han cambiado. Ambos, inversionistas y productores tienen que pagar esta pérdida financiera, costos de perforación en balda y encarecimiento de la misma.

Por la necesidad de perforar cada vez más profundo, la alza vertiginosa de los costos de las obras y el estancamiento o baja de los precios agrícolas, el productor requiere de una participación importante del poder público al financiamiento de las obras. La evolución del costo de la red de canales no ha sido estudiado por falta de datos (las zonas de riego se empezaron a realizar después de la participación de Estado al desarrollo del riego. Sin la participación, le será difícil pagar la amortización de la obra hidráulica con los actuales precios pagados a la producción. En un contexto de liberalismo económico, con el retiro del Estado y la inestabilidad de los mercados, habrá que encontrar nuevas opciones de financiamiento de las obras de riego no amortizadas.

b) POLITICAS Y PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO

A partir de mediados de los setenta, el Estado fomenta la pequeña irrigación con el financiamiento de obras de riego. Las subvenciones o los créditos están destinados al ejido y el apoyo resulta más una estrategia tanto política y social como económica.

Los primeros proyectos de riego son fomentados por

el Estado en los ejidos más problemáticos del valle en 1976. No se sabe si fueron elegidos, primero, por presentar conflictos sociales o por pertenecer a otra unidad administrativa (municipio de Tanhuato que depende del distrito de Yurécuaro). El Banco Nacional de Crédito Rural recientemente reestructurado propone a los ejidos de San José de Vargas y Tinajas de Vargas -conocidos por su clima de violencia- respectivamente cuatro y tres perforaciones equipadas. Esta primera fase de financiamiento del riego en el valle de Ecuandureo se inicia con la línea de créditos "Alianza para el Progreso" (ALPRO). BANRURAL financia las perforaciones con un descuento de FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura dependientes del Banco de México) y la participación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. La cooperación al costo total de la obra de parte de la comunidad es del 5% en efectivo o más bien en faenas (construcción de la caseta, de la pileta, excavación de las zanjas). Estos créditos no están asegurados contra una perforación negativa. En todo caso nunca fueron pagados por los ejidatarios que los consideraron más como donativos que como préstamos (entrevista con un ingeniero de BANRURAL responsable de los programas de riego en la región).

A partir de 1977, el Fideicomiso de Obras e Infraestructuras Rurales (FOIR) participa en el financiamiento de los pozos encargándose de los costos de las líneas

eléctricas. Dos años más tarde, este fideicomiso toma a su cargo las perforaciones y la realización de la zona de riego, mientras BANRURAL concede préstamos para el equipo. En esta fase de fomento del riego, la participación de la comunidad es mínima. Entre 1979 y 1980, se financia de este modo 5 pozos en el ejido de Ecuandureo. Estos préstamos tampoco fueron reembolsados. En este período, FOIR implementa el plan piloto de mejoramiento de las tierras del ejido de Majadas con la realización de una zona de riego y la aplicación de yeso. La comunidad de Quringuicharo, gracias al aval representado por los beneficios obtenidos con la superficie comunitaria, "las cajas" (60 has están cultivadas con riego y en común para el beneficio de la comunidad) consigue préstamos de BANRURAL y del FIRA para 8 pozos.

A mediados de los ochenta, con el Programa de Desarrollo Rural Integral el gobierno del Estado de Michoacán hace una primera intervención en el desarrollo del riego. Por otra parte la SARH (Secretaría de Agricultura y de Recursos Hidráulicos) y FOIR reemplazado recientemente por el Fideicomiso de Riesgos Compartidos (FIRCO) completan el financiamiento de las obras. La participación de los campesinos es entonces obligatoria y acerca la tercera parte del costo de la obra.

Actualmente, el gobierno del Estado contribuye en gran parte a la perforación de los pozos y en la realización

de las zonas de riego, antes de la SARH y FOIR. BANRURAL, después de la revisión de la cartera del ejido otorga un crédito para la compra del equipo (bomba, línea eléctrica, línea de conducción) sometido a condiciones rigurosas de pago. Desde 1989, BANRURAL está revisando las cuentas de los ejidos y no acuerda crédito a los ejidos endeudados dichos con "cartera vencida", si no liquidan sus pagos. Se constata una mala coordinación entre los diferentes organismos financieros: se puede facilitar la perforación de un pozo para una comunidad la cual tendrá dificultad para financiar el equipo por ser considerada como insolvente. Las comunidades aprovechan la ayuda del gobierno del Estado de Michoacán para obtener su perforación, pero la obra se queda sin uso por falta de equipo. En caso de cartera vencida, las alternativas para la compra de las bombas están muy reducidas. Los bancos comerciales proponen tasas demasiado altas y exigen fianza. Sólo queda el programa de Solidaridad impartido por los poderes públicos en las comunidades menos favorecidas pero no puede proporcionar más que una ayuda reducida. Según los proyectos se ha considerado o no la zona de riego en el financiamiento acordado. Cuando no fue el caso, la red de canales no se concluyó, dejando los canales sin cubrir. En los nuevos programas de realización de las zonas de riego, el gobierno no pone más que el material y exige la participación en faena de los productores.

Después de dos décadas de prolijidad de parte del Estado con el ejido, las obras de riego están cada vez más a cargo de las comunidades mientras se reducen subvenciones y créditos blandos.

Existen pocas opciones de financiamiento de las perforaciones para los propietarios privados (de medianos y pocos recursos) y los ejidatarios insolventes. A partir de los años ochenta, las comunidades que no cumplen con los criterios del banco oficial beneficiados a veces, por la ayuda del municipio de Ecuandureo y del Estado de Michoacán. Estos apoyos permitieron a varias comunidades de pequeños propietarios, beneficiar de un pozo, destinado en prioridad al abasto en agua potable y a los usos domésticos. La comunidad de la Nopalera se benefició del apoyo del municipio para la perforación del pozo de agua potable que sirve para regar unas 25 has. El municipio ha apoyado comunidades con escasos recursos financieros y desatendidas por las instituciones oficiales; es el caso del ejido de Majadas que a raíz del semi-fracaso del plan piloto de rehabilitación de los suelos salitrosos no está tomado en cuenta por BANRURAL. Juega el papel de tapa-agujeros compatible con su papel político y útil para la popularidad de su representante. En estos últimos años, el municipio ha beneficiado de un buen presupuesto otorgado por el gobierno del estado, lo cual era más debido a la personalidad de su presidente y a sus simpatías políticas que

a la importancia de esta zona administrativa. La repartición de este presupuesto entre las localidades depende de las relaciones que mantienen entre ellos los representantes y de su peso político y económico. El papel del municipio es importante: además de redistribuir los recursos, puede atraer los beneficios de algunos proyectos de desarrollo rural emprendidos por la SARH, los fideicomisos o el gobierno de Michoacán.

Para los productores que disponen de un capital, las puertas de los bancos comerciales están abiertas, con estos préstamos y parte de autofinanciamiento, los grandes propietarios logran financiar sus obras hidráulicas. En fin, según sus condiciones socioeconómicas, los productores tienen o no acceso a ciertas vías de financiamiento.

2.4 Organización colectiva y recuperación de la inversión

En materia de creación de una unidad de riego entre varios productores la organización es obligatoria para el manejo de un crédito o de una dotación.

A fin de fomentar las primeras unidades de riego colectivas, el Estado se dirigió a los representantes de las comunidades, comisariados ejidales y jefes de tenencia, quienes se encargaron de hacer conocer los proyectos y de reunir un grupo de productores. Por razones administrativas, este grupo tenía que elegir sus propios

representantes, principales interlocutores con los poderes públicos. La formación de tal grupo dependía esencialmente de la decisión del comisariado ejidal, lo cual le daba otro elemento de poder sobre la comunidad. Después de las primeras realizaciones, los campesinos empezaron a organizarse espontáneamente para pedir una unidad de riego, reuniéndose entre ejidatarios de parcelas cercanas. Las demandas se podían efectuar independientemente de la entidad del ejido, o se iban programando para beneficiar a la mayoría de la comunidad. La presencia de cierta planificación y participación comunitaria en la creación de una unidad de riego es una característica que tomaremos en cuenta en la tipología de unidades de gestión del agua que presentaremos a continuación. La organización de los productores, a veces motivada por el propio gobierno, permanece indispensable a la creación de una unidad de riego, y como lo veremos, influye directamente sobre el reembolso de la obra y su funcionamiento.

Los representantes son responsables del buen funcionamiento de la obra y del equilibrio financiero del grupo. Según las unidades de gestión del agua, existe una rotación entre usuarios que exige la participación y la responsabilización de cada uno, en otras, cada uno participa activamente al funcionamiento de la unidad, en algunos casos, nadie quiere retomar el cargo y los responsables se pueden cansar de trabajar sin apoyo del grupo, este se puede

quedar sin mesa directiva o con responsables que actúan según sus propios intereses. Estos problemas pueden surgir a causa de disenciones entre integrantes de la unidad, falta de motivación o después de malos resultados o de dificultades técnicas y económicas no solucionadas.

Salvo excepciones, la mayoría de las obras de riego no fueron pagadas por los beneficiarios. Los créditos blandos de la primera vaga de perforaciones no se pagaron; la desorganización del grupo y la incapacidad de la administración dejaron deudas sin pagar; la participación de los beneficiarios se hizo efectiva cuando tenía que ser anterior al inicio de la obra. Sin ser el factor esencial, una organización sólida se ha demostrado eficiente en el pago de los préstamos. Más que todo, los poderes públicos han faltado de claridad y firmeza respecto a los créditos otorgados para la instalación del riego. En algunas unidades de gestión del agua, los representantes han sido buenos gestores y los usuarios pagaron regularmente su cooperación para liquidar sus letras. Sin embargo, los pagos no se honraron en muchos casos; cambios en la mesa directiva pueden hacer que las responsabilidades se pierdan; desacuerdos en el grupo han impedido las cooperaciones; la obra no se conservó en buen estado de funcionamiento y los campesinos no ven por qué tendrían que pagar un inversión inutilizable. Los grupos de usuarios del riego reaccionaron de manera distinta frente a las obligaciones de pago de los créditos, sin embargo hay que advertir que las

exigencias del Estado acreedor fueron diferenciales.

¿Qué pasará con las nuevas unidades de riego? Estas fueron equipadas a cargo de los beneficiarios, gracias a un crédito, cuya tasa ya no es negativa sino al contrario y que los productores se comprometieron a pagar. La inestabilidad de los mercados no les garantiza un beneficio que les permite pagar las letras del crédito. En caso de varios ciclos de pérdidas nos preguntamos si se volverán obligados a regresar el equipo, rentar sus tierras o vender el agua de su pozo para asegurar el reembolso de los préstamos.

Después de haber fomentado el riego en el valle de Ecuandureo para restringir el fenómeno de migración y controlar los problemas sociales de una agricultura de temporal poco atrayente, el Estado (SARH, BANRURAL) empieza su retiro a mediados de los años ochenta sustituido en parte por el gobierno del Estado de Michoacán y algunos programas transitorios. La participación de los campesinos se vuelve una condición para acceder al riego, mientras que los créditos se reserven a los grupos solventes. Ahora más que nunca, la organización en las unidades de gestión del agua será básica para honrar los préstamos encarecidos. Asimismo el estado de conservación de la obra y el funcionamiento de la unidad son y seguirán siendo reveladores de la calidad de esta organización.

2.5 Tipología de unidades de gestión del agua y funcionamiento

Después de visitas en el campo, notamos una gran disparidad entre las unidades de riego. Estas se encuentran en un estado de mantenimiento variable y su capacidad de riego parece a veces muy reducidas. Se encuentran pozos sin funcionar, canales abandonados en continuación de una zona de riego, parcelas baldías, mientras que otras unidades presentan un máximo aprovechamiento. Nos interrogamos sobre los factores que facilitan un buen uso de las unidades de riego y si existen relaciones entre el buen funcionamiento de estas unidades y la organización colectiva que la controla. Por lo tanto, planteamos una encuesta que integra las principales características físicas de las unidades de riego y aspectos relativos a la creación, el funcionamiento y la organización de los sistemas de gestión del agua:

- características físicas:

superficie de la unidad, número de usuarios, superficie actual/superficie prevista, presencia de canales de asbesto, cultivos:

- creación:

tipo de financiamiento, grado de participación en el financiamiento del grupo, participación en faenas de los usuarios, ayuda de la comunidad y papel en la planeación de la unidad, presencia de una parcela comunitaria.

- funcionamiento:

control del gasto, elección de un canalero, financiamiento de los cultivos, renta de las tierras, parcelas baldías.

Notamos que las prácticas del riego y el funcionamiento de la unidad estaban ligados a la organización del grupo, así como a una participación de la comunidad a la gestión colectiva. Esta encuesta no permitió realizar una tipología de unidades de gestión del agua que evidencia cuatro grupos que se distinguen por sus resultados, funcionamiento y organización.

- Organización comunitaria y buena gestión del riego.
- Participación de la comunidad y subvención del Estado.
- Aprovechamiento poco intensivo y manejo individual de la unidad.

Quedan algunas unidades sin clasificar por no estar todavía en funcionamiento, no se puede conocer los resultados todavía, sin embargo, merecen un comentario más tarde.

2.5.1 Organización comunitaria y buena gestión del riego

Este grupo se caracteriza por una organización colectiva a nivel del ejido fuerte y eficaz, tanto en la creación

de las unidades de riego como en su mantenimiento y funcionamiento. Abarca las nueve unidades de riego presentes en la comunidad de Quiringuicharo. Las decisiones relativas a la formación de una nueva unidad de riego se toma a nivel del ejido. La asamblea ejidal decide de su creación, localización y cuáles serán sus beneficiarios. Se busca proporcionar riego a todos los ejidatarios. De hecho se realizaron al mismo tiempo todos los estudios geológicos necesarios para la explotación de pozos que proveerán de agua la totalidad de las tierras del ejido; según el comisariado ejidal, emplearon los servicios de pasantes de geología del Instituto Politécnico Nacional para realizar estos estudios, a mediados de los años setenta. Las perforaciones se hicieron por etapas, privilegiando las mejores tierras de la planicie donde se encuentran "Las Cajas", parcela comunitaria. En el potrero del "Palo Dulce", aún sin agua, se perforaron tres pozos sin éxito. Sólo una cuarta parte de los ejidatarios no dispone de agua en su parcela, es decir, menos de 16% de las tierras del ejido de Quiringuicharo no son regables; todas las parcelas ubicadas en zona de riego no están regadas, por falta de canales, desnivel de los terrenos o escasez de financiamiento para los cultivos. En cada unidad, el crédito es esencial para el financiamiento de la construcción. Otorgado por BANRURAL, se apoya sobre la garantía de la parcela comunitaria. Esta comunidad también benefició

cinco obras de subvenciones del Estado y del gobierno de Michoacán. En el mantenimiento de la unidad (reparaciones del motor de la bomba, cambio de los tazones, etc.) la ayuda de "Las Cajas" está otra vez solicitada. Es importante notar que el fondo comun esté siempre disponible en caso de necesidad para adelantar o pagar los gastos de reparación, cuando la colecta del dinero necesario podría hacer perder varios turnos de riego y dañar la producción. Esta sólida organización colectiva se demuestra también en la gestión de las unidades de riego. Las cuotas se pagan en una oficina ejidal. Una secretaria empleada por el ejido vende boletos de riego que se entregan después al juez del agua, quien reparte los riegos entre los usuarios de un mismo pozo. Se cobra por riego y por hectárea, las cuotas permiten pagar el costo de la energía, del aceite, y una participación al mantenimiento de la unidad. Es proporcional al gasto del pozo. Se pretende llevar un registro de las hectáreas regadas en el ejido y de los cultivos implantados cada ciclo. Un vigilante está encargado de dar mantenimiento a las bombas y controlar su buen funcionamiento, su sueldo está pagado con parte de las cuotas. Los usuarios de cada pozo eligen una mesa directiva de tres personas (presidente, secretario, tesorero) encargada de cuidar el buen estado de la obra y checar las cuentas. Un juez de agua reparte el agua y controla que no se desperdicie, su carga está reconocida y compensada

por el derecho de regar una parcela sin pagar cuota. Es la única comunidad que aplica un reglamento común en el cual se multa el desperdicio de agua y de energía (de 50,000 a 100,000 pesos). Los jueces de agua de las zonas de riego vecinas, se reúnen de manera informal a principios de la campaña para informarse de los cultivos previstos y definir las necesidades respectivas en agua. Cada uno se ha informado de las siembras planeadas por los usuarios del pozo que controlan. Las unidades de riego se diseñaron de manera a rendir el mejor servicio a los usuarios, no se siguieron tanto los proyectos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos sino las necesidades de los ejidatarios. En la planicie puede haber intercambios de agua entre las unidades, cuando una unidad está muy solicitada, la puede apoyar otra. "Las Cajas", parcela comunitaria se riegan entre varios pozos. En este ejido la gestión del agua es comunitaria y se busca el beneficio de la mayoría. Las decisiones esenciales se toman en asambleas ejidales y el reglamento oral fue aprobado por todos.

El uso del riego es intensivo respecto a las otras unidades. Las parcelas baldías no representan una superficie importante y se producen cultivos comerciales con un buen nivel de tecnología. En estas unidades entre el 100 y el 37% de la superficie regable se encuentra en producción durante el ciclo otoño-invierno 1990-1991.

En siete unidades más del 80% de la zona de riego era sembrada (y en cuatro casos al 100%). Un caso de mal aprovechamiento (37% de tierras cultivadas) se debe a que la unidad se puso en funcionamiento recientemente. Las canaletas o tuberías de repartición del agua no están colocadas, como la zona de riego se encuentra en la loma, no es posible regar todas las parcelas. Además la mayoría de los productores tienen tierra de riego en la planicie que privilegian cuando no alcanzan a cultivar todo por falta de dinero o de tiempo. La segunda unidad de riego poco aprovechada este ciclo (al 43%) se encuentra también en la lomcería, pero en este caso, sólo la razón económica fue encontrada este año. En 1989-1990, 75% de la superficie estuvo bajo cultivo. En su mayoría, las tierras de riego del ejido están aprovechadas con cultivos comerciales. En Quiringuicharo, el cultivo de invierno que predomina es el trigo. Sin embargo, las hortalizas y especialmente el jitomate se extienden. Representan más de 50% de los cultivos en dos unidades de riego y más del 25% en otras seis. Además del jitomate, encontramos según los años, tomate verde, cebolla, calabaza, chile, maíz, epazote, etc. El garbanzo, cultivo forraje extensivo es ausente de la rotación en este grupo de unidades. El nivel técnico de producción, según un punto de vista oficial, es alto. La mecanización es presente en la mayoría de la superficie; las semillas son mejoradas; fertilización, cultivos y

tratamientos químicos son realizados al mismo grado que en los distritos de riego. El grado de uso del suelo así como la elección de los cultivos y los itinerarios técnicos seguidos son signos de una buena apropiación del riego en la comunidad, pero se necesita estudiar también las fuentes del financiamiento de los cultivos y el grado de dependencia de los productores.

En este grupo predomina el financiamiento propio de los cultivos de riego. El crédito es escaso, solo aparece en una sola unidad. Los productores no se benefician del apoyo de BANRURAL y tienen que tratar con bancos comerciales, lo cual limita las posibilidades. En tres unidades de riego, los campesinos trabajan a medias desde dos terceras partes de la superficie total hasta la mitad. En general los acuerdos se realizan entre gente de la misma comunidad. La renta de tierra no aparece en los datos obtenidos. Es importante notar que en esta comunidad, la mayoría de los productores han podido capitalizar lo suficiente para poder trabajar con el riego de manera independiente. Las primeras unidades de riego estuvieron en función cuando todavía existía un precio de garantía para el trigo que aseguraba un beneficio al productor y que el ingreso del sorgo se podía invertir en el ciclo siguiente. Los costos de inversión en el riego y de mantenimiento pagado por el Estado o la comunidad, no venían a gravar el presupuesto de producción. Este grupo --

se benefició de una situación privilegiada para el desarrollo del riego, además de una buena gestión de las unidades, lo cual permite un uso intensivo del agua.

2.5.2 Participación de la comunidad y subvención del Estado

En este grupo, toda la comunidad participó en la creación de las unidades de riego, pero el gobierno realizó la inversión, y la gestión de cada pozo es independiente.

Es el caso de las unidades que están en función en las comunidades de Las Fuentes y de Ucácuaro, así como las nuevas unidades de Las Fuentes y de Maravillas. El desarrollo del riego se decide a nivel de la organización ejidal. La cooperación directa de la comunidad en el financiamiento es escasa y concierne únicamente las unidades más recientes. En cambio los productores dan faenas importantes incluso los ejidatarios que no van a beneficiarse de este pozo. Esta participación colectiva se justifica por la voluntad de proveer en agua, a término, cada ejidatario. Estas comunidades beneficiadas de subvenciones para la perforación de parte de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y ultimamente del gobierno del Estado de Michoacán. Los equipos de bombeo son donaciones o préstamos de la SARH, o bien se compran gracias a un crédito de BANRURAL. En algunos casos, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, construyó o empezó

la construcción de la zona de riego. Actualmente se juntan participación del Estado (con el FIRCO-Fideicomiso de Riesgos Compartidos) y de los productores para acabar las unidades de riego. Si la comunidad participe en la creación de una unidad, son los únicos responsables de su funcionamiento y del pago de las letras de crédito. Para el mantenimiento de la unidad los mismos usuarios cooperan con faenas y en caso de necesidad con dinero al prorrateo de la superficie trabajada. En el proceso de creación de la unidad de riego, se elige una mesa directiva (presidente, secretario y tesorero) responsable de los aspectos de financiamiento. El presidente reparte el agua a los usuarios que lo piden con un día de anticipo. La cuota para el riego se paga al tesorero del pozo a fines de pagar la nota de electricidad y el mantenimiento del pozo. No hay concertación en la repartición de los cultivos, pero los turnos de agua se efectúan sin problema, debido a que predominan algunos cultivos, trigo u hortalizas. No hay planificación en común del uso del agua entre las diferentes unidades de una comunidad a pesar de que no estén tan retiradas una de la otra. La organización comunitaria no va más lejos que la creación de la unidad de riego, una vez en función cada unidad es autónoma en su gestión y en el uso del suelo.

El uso del suelo en las unidades de riego es bastante intensivo, aunque existen casos de tierras baldías. En

las unidades que están funcionando, entre el 60 y el 90% de las tierras están sembradas en el ciclo otoño-invierno 1990-1991. Es importante notar que los casos de parcelas baldías son debido a la migración o a la organización del calendario cultural. En efecto, algunos productores han emigrado pero no rentaron ni prestaron su parcela. Entre los usuarios del pozo no hubo arreglos para repartir las parcelas baldías. Otros productores tenían sus parcelas sembradas con garbanzo y no alcanzaron a sembrar en este ciclo, prefirieron puntear durante la primavera. En este grupo, los cultivos principales son comerciales. El trigo representa más de la mitad de los cultivos sembrados en el caso de dos unidades de riego, y una tercera parte para una unidad (hortalizas y frijol completan los cultivos). En otro caso, las hortalizas y el frijol se reparten las superficies regadas. El garbanzo está cultivado en otoño-invierno en tres unidades. En una de éstas, consideran que el cultivo del garbanzo permite hacer descansar la tierra y es parte de una rotación de 2 a 3 años. En este grupo también el grado de tecnificación es bueno a pesar de que haya menos maquinaria propia. Si el uso de estas unidades de riego es intensivo, notamos que la independencia de los ejidatarios es mucho menor que en el primer grupo.

La participación de productores o financieros externos al cultivo es importante. En una unidad de riego de Las

Fuentes, los productores no trabajan directamente sus tierras, rentan el 60% de ellas y cultivan a medias o con un porcentaje el 20%. Se rentan las parcelas con agua en cambio de un 20% de los beneficios de la cosecha. En la otra, los porcentajes son un poco menos elevados con el 13 o 20%, respectivamente, de la superficie regada. En las dos unidades de Ucuácuaro, el crédito ha permitido a los productores sembrar 27 o 32% de la superficie de la unidad de riego, mientras que la producción del 13 y 20% respectivamente, de la zona, se realiza a medias. La renta o el cultivo a medias favorecen las hortalizas y en algunos casos de frijol. En este grupo, el aprovechamiento de las unidades de riego depende más de un financiamiento exterior que de la participación de los ejidatarios.

Para algunas unidades de riego de este grupo, el crédito fue el medio de financiamiento privilegiado y para las más antiguas sin cooperación de parte de los beneficiarios, más que en mano de obra. Este grupo abarca la casi totalidad de las unidades de gestión de agua del ejido de San José de Vargas, menos la más reciente, así como la primera unidad del ejido de la Soledad. Esta última es la única que ha reembolsado la casi totalidad del préstamo de BANRURAL. Las otras unidades que habían contraído deuda con esta institución, no pagaron ninguna letra. Por lo tanto, las unidades más recientes, no alcanzaron crédito de BANRURAL, sino en algunos casos de un

banco comercial. Hubo necesidad de una mayor participación de los beneficiarios, de una tercera parte hasta la totalidad de los costos de la perforación y del equipo. Las zonas de riego quedan incompletas por falta de presupuesto y de motivación de parte de los interesados. El crédito subvencionado es reemplazado por la cooperación en efectivo de los productores, mientras que en cada construcción de pozo participaron con faenas.

La organización es menos estricta en este grupo. Una mesa directiva elegida por los usuarios y aprobada por el comisariado ejidal (en el caso de San José de Vargas) maneja los aspectos de construcción y mantenimiento del pozo, así como el presupuesto de funcionamiento. El control ejercido por el representante de los ejidatarios es la única referencia a las decisiones comunitarias. La repartición del agua se efectúa según la demanda en las parcelas de la zona de riego, no hay canalero, cada productor es encargado de controlar sus riegos. En San José de Vargas, los campesinos sin derecho a riego se pueden arreglar con los responsables de un pozo para llevar el agua a sus parcelas por medio del dren secundario, mediante pago del servicio. Cuando no se siembra mucho trigo sino garbanzo, se puede extender las superficies regadas. No existe realmente una organización comunitaria que maneje el riego y tampoco hay mucha cohesión en la misma unidad de riego.

El uso del suelo no es muy intensivo, si no aparecen muchas parcelas baldías todos los cultivos no son intensivos. En el ciclo otoño-invierno 1990-1991, no se quedaron parcelas sin sembrar, excepto en La Soledad (cinco parcelas). Empero, el trigo fue reemplazado por el garbanzo, más barato, seguido por cereales punteados. Hasta la totalidad de la superficie regada por un pozo fue sembrada de garbanzo y este cultivo está presente en tres zonas de riego (con 20, 50 y 83% de la superficie). Sólo la unidad de La Soledad y dos de San José de Vargas están implantadas de trigo u hortalizas unicamente. El grado de dependencia de los ejidatarios cuya parcela está sembrada de cultivos intensivos es notable.

La renta, la repartición de los costos y beneficios y el crédito, conciernen un buen porcentaje de estas superficies. El cultivo a medias es presente en cinco unidades con un promedio de dos parcelas por unidad. En la unidad de riesgo de La Soledad unas tres parcelas (15.5 ha) están rentadas, es decir más del 30% de la superficie sembrada ahí este año. En San José de Vargas se crearon seis grupos de crédito para pedir un financiamiento a BANCOMER (banco comercial) para 30 ha por pozo. Crédito, renta y trabajo a medias fueron las soluciones encontradas por los productores que no quisieron dejar sus tierras baldías o con un cultivo extensivo (el garbanzo).

2.5.3 Aprovechamiento poco intensivo y manejo individual de la unidad

Estas unidades se caracterizan por un financiamiento subvencionado, una organización débil y su uso poco intensivo. En efecto ocho pozos sobre nueve fueron regalados por el Estado, el gobierno de Michoacán o el municipio de Ecuandureo. Cada unidad tiene su mesa directiva, pero su papel es únicamente administrativo, como las parcelas regadas son pocas, los mismos usuarios se arreglan para repartirse el agua, checar los gastos y dar el mantenimiento de rutina a la unidad. Todos los pozos no están explotados todavía y existen muchas parcelas baldías. En este grupo encontramos unidades de gestión del agua de las comunidades de Majadas, Maravillas, Colesio, Ecuandureo, La Soledad y La Nopalera. Esta última es una localidad que junta únicamente pequeños propietarios. En este grupo las primeras unidades de riego creadas se beneficiaron de la ayuda de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, con una participación en efectivo de la comunidad inferior al 10% y sin faenas. Las unidades más recientes fueron subvencionadas por el municipio, el Estado y/o el gobierno de Michoacán. La cooperación de la comunidad o de los beneficiarios no excede el 30% en efectivo, excepto en La Nopalera donde el pozo es también destinado a usos domésticos. El crédito para la perforación concierne únicamente a la primera unidad del ejido de El Colesio, con una participación importante en faenas, excepcional

en este grupo. La instalación del equipo se obtiene gracias a una cooperación y/o a un crédito de BANRURAL, pero todavía tres unidades no están equipadas. Existen cuatro zonas de riego, realizadas por cuenta del mismo programa de financiamiento. La falta de canales o de tubería, la ausencia de equipo son las razones de la no explotación de los pozos ya perforados. La organización no es lo suficiente dinámica para acelerar los trámites necesarios al acabado de las unidades o a su mejoramiento, y la espera de una ayuda exterior no motiva una cooperación de los beneficiarios. Las dificultades de financiamiento para acabar la unidad demoran la recuperación de la inversión o la rentabilización de la misma.

El uso del suelo es poco intensivo. Cada unidad tiene tierras no sembradas en invierno, desde un 50% hasta la totalidad. En este caso, las parcelas sólo están aprovechadas de temporal y pueden encontrarse totalmente abandonadas desde hace varios años (Maravillas no trabaja sus tierras destinadas al riego). Los cultivos privilegiados son las hortalizas y el trigo, el frijol es presente en La Soledad. Los cultivos a medias y la renta de tierra se presenta en el 40% de la superficie sembrada en invierno. Con el mejoramiento de las unidades de riego, se supone que se intensificará el aprovechamiento del agua. Sin embargo, los fenómenos de renta y trabajo compartido dejan pensar que la independencia de los productores

será difícil de conservar y que los créditos de avío serán indispensables para evitar que los beneficiarios de la obra hidroagrícola no sean otros que los integrantes de la unidad de gestión del agua.

Se podría constituir otro grupo poco homogéneo con todas las unidades que no pudimos clasificar, basándonos sobre criterios de financiamiento u organización para el funcionamiento. Entre estas seis unidades, aparecen ahí todos los medios de financiamiento encontrados en los otros grupos: subvenciones del Estado o del gobierno de Michoacán, créditos de BANRURAL o de un banco comercial, participación de los beneficiarios. La ausencia de faenas durante la construcción de los pozos es común a todas las unidades. En este grupo tampoco la organización colectiva es muy fuerte, y una vez la perforación realizada, las veleidades de coordinación se ablandan a nivel de gestión del agua y mantenimiento de la obra. Las unidades de San José de Vargas y de La Soledad no tienen su zona de riego terminada, y en general, no se observa un uso intensivo del agua. En los sistemas de riego que están funcionando (en Ecuandureo, El Colesio, Majadas y La Soledad) entre un 25 y 68% de las tierras están aprovechadas con dos cultivos al año, pero sólo dos casos alcanzan más de la mitad. Las razones de este abandono de parcelas son variadas, red de canales inacabada, abatimiento del pozo, falta de presupuesto para sembrar de parte de los

ejidatarios. Este último problema se resuelve en cuatro comunidades por la renta de tierras o el cultivo a medias. Estos dos tipos de acuerdos permiten cultivar más de la mitad de la superficie regada por un pozo (23% a medias y 20% con renta). En las otras unidades la renta asciende al 20 y 33%, mientras que el cultivo con socio se efectúa en el 16% de la superficie regada. El trigo es el cultivo privilegiado en este grupo, pero las unidades de Ecuandureo, Colesio y La Soledad se diversifican con el frijol y/o las hortalizas. Esta clase de unidades de riego incluye una gran diversidad de casos donde la falta de organización colectiva coherente se reciente en el aprovechamiento del agua.

Al término de esta tipología de unidades de riego y de comunidades vemos que realmente los factores esenciales están ligados a la organización, más que al acceso originario a los recursos. Comunidades con una buena dotación en temporal y una experiencia antigua del riego, no logran aprovechar las recientes obras hidráulicas. El origen del financiamiento de la infraestructura tampoco es determinante ya que no funcionan mejor las unidades de riego autofinanciadas que las otras, pero sí el acceso al financiamiento depende del peso y de la unión de la comunidad. El tipo de cultivo (intensivo o no) y la ausencia de parcelas baldías son indicadores de un buen funcionamiento de la unidad y de un éxito del riego en la comunidad.

El financiamiento de los cultivos interviene en la medida que la renta de tierra es signo de un fracaso de los cultivos interviene en la medida que la renta de tierra es signo de un fracaso de los ejidatarios en rentabilizar ellos mismos el riego, van perdiendo el acceso al agua a veces a beneficios de pequeños propietarios o productores extranjeros a la comunidad. Al contrario, muchas veces la asociación a medias representa una alternativa de producción, dejando los usuarios del pozo y la comunidad valorizando sus propios recursos, como en el caso del cultivo a cuenta propia.

Un mayor control de la comunidad sobre el riego permite intensificarlo y desarrollarlo, además evita el desperdicio en la explotación del agua. Si este manejo colectivo es fundamental en el campo de la irrigación, no es forzoso como ya lo dijimos anteriormente que encontremos ahí la causa principal de la falta de unión de una comunidad, ya que sus causas pueden ser múltiples: inconformidades en el reparto de los otros recursos naturales que son las tierras de temporal y el agostadero, importancia de la gente sin tierra en la comunidad, peso de la migración. Otro impacto de la organización comunitaria en torno al riego se demuestra en una diferenciación menos acentuada entre los sistemas de producción que integran el riego, la parcela de riego están equitativamente distribuidas entre éstos, la segunda clase de productores representan

tando la gran mayoría.

Una consecuencia del manejo diferencial del riego y del éxito de algunas comunidades es que éstas se van aprovechando en prioridad de un recurso que pertenece a todas las localidades de la cuenca. No existe una instancia mayor de control de la explotación del manto freático. El Estado que autoriza las perforaciones no funciona como regulador del uso del agua. El valle era declarado zona de veda antes de 1970, gracias a la influencia de un político local se modificó el decreto para poder realizar las perforaciones. Si alguna comunidad tiene conciencia del problema de agotamiento del manto freático que empieza a presentarse en estos últimos años, nadie tiene el poder de regular el uso del agua a nivel de la cuenca. Se requiere de una concertación entre los actores, concertación que dificulta la ilegalidad del acceso al recurso que se ha desarrollado desde mediados de los setenta. Una cosa es segura, que no se pueden realizar más perforaciones sin ir caducando las antiguas, como ya vimos en algunos casos. Al fin los que tendrán acceso al riego comunidad o individuo serán los que podrán financiar las perforaciones más profundas. De ahí el apremio en fortalecer una institución de control del manejo del recurso que establezca reglas "supracomunitarias" y busque alternativas de ahorro del agua y de optimización de los sistemas de riego. Tal institución pudiendo ser un sindicato de usuarios

o a defecto un organismo gubernamental. Cual sea la decisión de las comunidades y de los productores, política del "laissez-faire" o manejo organizado de los recursos, estos actores son los únicos que podrán tomarla, aplicarla y experimentar las consecuencias.

De cierta forma este organismo de comunidades y productores permitiría volver a encontrar la unidad de poder de decisión sobre los recursos naturales que daba a la hacienda su sostenibilidad y su funcionalidad conservando un mayor número de beneficiarios.

2.5.4 El Plan Lerma: para un desarrollo regional

En 1963 es fundado el Plan Lerma-Ayuda Técnica en su calidad de fideicomiso de Nacional Financiera, S.A. (instituto oficial de financiamiento), y en colaboración con el Banco Interamericano de Desarrollo. El objetivo fue desarrollar la región apoyándose en actividades económicas, principalmente agricultura e industrias de transformación.

En efecto, hasta 1971, el Plan Lerma sirvió para elaborar investigaciones básicas sobre las características sociales y físicas de la cuenca, dentro de un conjunto de municipios situados en nueve, y después diez Estados de Occidente de México: Aguascalientes, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas (Plan Lerma-Asistencia Técnica, 1974). En

agricultura, se elaboraron estudios agrológicos por municipio. La apertura de tierras al cultivo y el desarrollo de la irrigación fueron programados; se realizaron investigaciones sobre ganadería, agricultura de temporal, fruticultura; se crearon centros de demostración y se impulsó la producción de semillas mejoradas; se desarrolló la infraestructura rural. El campo fue parte del escenario de desarrollo integral de la cuenca del Lerma.

El Plan Lerma se convirtió en uno de los primeros organismos que trabajaron en la programación del desarrollo regional del país. Sin embargo, la elección de una unidad de planificación basada en una cuenca, a pesar de estar bien justificada, apareció como inoperante para la programación económica y social. La ausencia de una unidad de decisión política limitó la puesta en marcha de los proyectos. A partir de 1971, a los programas regionales se agregaron los programas de desarrollo estatales. Se constituyeron numerosos proyectos de inversión. Por ejemplo, el plan 1974-1978 preve un aumento del PIB regional en 9.8% por año, destinado a limitar los desequilibrios intrarregionales y a integrar la región al resto del país. Concretamente la agricultura de temporal se benefició con la ayuda financiera y técnica (un técnico por municipio) se impulsó la organización de los productores.

El éxito del Plan Lerma fue relativo, pero por lo menos nos permitió un mejor conocimiento de las condiciones

de desarrollo de la región. Por otra parte, fue un ensayo de una visión global del desarrollo de la agricultura y de la gestión del agua por una gran cuenca y no de manera dispersa.

En lo que concierne a la gestión específica del recurso agua, la unidad administrativa varía en función de los gobiernos y de las políticas. Actualmente, la administración, organización y el consejo de agricultura de temporal y de agricultura de riego están separados. En 1982 los distritos de Desarrollo Rural agruparon todo por municipios. El distrito de Zamora, creado en 1986 une las unidades de riego de Zamora y Quitupan-La Magdalena con una parte del distrito de temporal de Zamora. Existen cuatro centros de base: Chavinda, Tangancicuaro, Los Reyes y Cotija; la Secretaría de Agricultura (SARH) se encarga de la organización y de la asistencia técnica para las zonas de pequeña irrigación. Mientras que la reciente Comisión Nacional de Aguas se encarga de los Distritos de Riego desde su creación, la CNA abandona la gestión por gran cuenca reemplazada por una administración por Estado.

Alrededor del valle de Ecuandureo, contamos con dos Distritos de Riego: el DDR de Zamora y el DDR de Rosario-Mezquite.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 El Distrito de Riego de Zamora

El distrito de riego de Zamora se beneficia del agua proveniente de la "Meseta Tarasca", captada en superficie por el Río Duero. El valle emplea sin límite un recurso generado en un altiplano donde la población carece gravemente de su disponibilidad. El distrito de riego de Zamora tiene prioridad en el uso del agua del Duero, dejando un caudal reducido para la agricultura de la Ciénega de Chapala. Los cultivos sembrados requieren de una importante alimentación en agua, a esto se añade la práctica del entarquinamiento que difiere y reduce el aporte del Duero al lago de Chapala (el entarquinamiento es una práctica de submersión de las tierras agrícolas, a fines de preparar la tierra para el cultivo de jitomate y de fresa, entre otro, permite el control de las plagas y de la maleza).

La superficie regada en el distrito de Zamora varía según la disponibilidad en agua y el estado de mantenimiento de la red de canales, las hortalizas son los cultivos que representan el valor esencial de la producción del distrito. El DDR No. 61, incluido en los municipios de

Chavinda, Ixtlán, Jacona, Pajacuarán, Tangancicuaro y Zamora, presenta una superficie creciente de 28,450 ha, de las cuales 10,000 son de temporal (E. Fernández, 1989) (ver mapa No. 1). Durante el ciclo otoño-invierno, los cultivos irrigados son la fresa, la papa, el trigo, el janamargo, la cebolla, el tomate y otras legumbres. El garbanzo y el cártamo son cultivos de terreno húmedo y de semi-riego (en el momento de la siembra y en caso de fuerte sequía). En tierras irrigadas, los cultivos de primavera-verano son los mismos, mientras que en semi-riego se cultiva maíz, sorgo, tomate y legumbres diversas; en temporal se siembra también frijol. En período crítico respecto a la alimentación en agua, las producciones más costosas, pero también las que exigen más agua, es decir las hortalizas, tienen prioridad (la fresa necesita cerca de 40 riegos) a costo de los granos básicos.

3.2 El Distrito de Riego Rosario-Mezquite

Situado en los estados de Michoacán, Jalisco y Guanajuato, el distrito de riego No. 87, Rosario-Mezquite, cubre una superficie de 39,124 ha. El sistema está constituido por cuatro grandes zonas, repartidas en centros de ayuda técnica.

La presa Melchor Ocampo proveniente del río Angulo originalmente es del sistema de riego, el agua almacenada

en época de lluvias es vaciada en el Lerma y en parte utilizada por la primera zona cerca de Angamacutiro (3,000 ha y 1167 usuarios); de allí se irrigan 6,000 ha al Sur de La Piedad (1362 usuarios) antes de pasar por la represa de Mezquite, los canales de Yurécuaro y de La Barca (3,000 ha y 681 usuarios) y de La Barca (6,000 ha y 818 usuarios).

En el distrito de Rosario-Mezquite, el riego es también asegurado por los pozos profundos y por algunos arroyos. Los campos irrigados pertenecen en su mayoría a los ejidos (85%).

El control de la presa lo hacen los representantes del distrito de riego, quienes organizan la utilización de los recursos en agua. Se efectúa un plan de riego por pueblo, en función del volumen de agua disponible; es así como se decide cuáles serán las superficies irrigadas y los tipos de cultivo. El distrito juega un papel importante en el desarrollo agrícola de la región: a través de los jefes de unidad y de los agrónomos, se organiza la producción proponiendo itinerarios técnicos, repartiendo los créditos del gobierno o de los bancos.

Ahora bien, se constata que la concepción campesina de la producción no está adaptada a la lógica centralizante del riego. El campesino difícilmente acepta tomar en cuenta consignas colectivas para la utilización de un recurso que él considera como personal. En 1990, la compuerta principal no fue abierta sino hasta el mes de junio,

el ciclo otoño-invierno fue restringido a cultivos de temporal que exigen poca agua. Con el fin de permitir una mejor repartición del agua, ésta no fue utilizada más que para los riegos de siembra de maíz y de sorgo. Esta política de economía de los recursos, después de un año mas bien seco, no es del gusto de todos los usuarios y puede ocasionar conflictos y contravenciones.

En los dos distritos de riego, el papel del Estado era hasta 1990-1991 fundamental, además de la organización de la distribución del agua hay que considerar el control de la producción por créditos y subsidios controlados y otorgados por el gobierno federal o de los Estados. En lo que se refiere a los sistemas de pequeño riego del distrito, los usuarios son independientes. Salvo el caso de grave penuria de agua, cuando el poder ejecutivo puede decretar el control total de las obras por medio de la Comisión Nacional del Agua, por un tiempo determinado, es entonces la CNA quien organiza la repartición de este recurso.

3.3 El Valle de Ecuandureo, ejemplo de desarrollo de la pequeña irrigación en zona de temporal

3.3.1 El valle de Ecuandureo como estudio de caso

El valle de Ecuandureo nos pareció particularmente adecuado para el estudio de las condiciones de la agricultu-

ra de temporal en el Bajío, su transformación con la implementación de obras hidráulicas y el desarrollo del pequeño riego. Las condiciones naturales del valle, su entorno socioeconómico y su historia hacen de esta zona un sujeto de estudio cautivante, y en nuestro caso por cuatro razones principales.

Las condiciones naturales del agroecosistema hacen que la agricultura del valle de Ecuandureo sea de temporal y bastante heterogénea por la calidad variada de los terrenos cultivados. El clima permite la cosecha de un cultivo anual producido durante la temporada de lluvia sin garantía de éxito. Esta cuenca presenta un relieve importante en la mitad de su superficie; además, las condiciones edafológicas varían de un suelo negro fértil a una tierra polvorilla pobre. El medio ambiente no es muy favorable al cultivo pero mediante la construcción de obras hidráulicas se ha pretendido mejorar.

El control de las inundaciones que amenazaban el valle y la desecación de la laguna que llenaba la depresión de Colesio permitieron reducir los riesgos del cultivo de temporal pero modificó de manera importante las condiciones ecológicas. La perforación de pozos destinado a fomentar el desarrollo de la agricultura de riego tiene consecuencias sobre el medio ambiente y la organización de la producción.

En efecto, la disposición de agua permite realizar

un segundo ciclo de cultivo para los beneficiarios de las perforaciones pero no todos tienen oportunidad de aprovechar del riego. Los sistemas de producción tienen que adaptarse; se crea o se refuerza la diferenciación entre campesinos, mientras que cada comunidad se adapta de manera particular a la transformación de la agricultura local. Es preciso destacar que tal modificación del sistema agrario se realiza en un marco particular.

Este valle del Bajío michoacano se encuentra entre dos grandes polos agrícolas de importancia nacional: Zamora con las hortalizas y la fresa, y La Piedad con la porcicultura. Estos centros no dejan de tener impactos sobre la agricultura de Ecuandureo: proximidad de los mercados de insumos y de productos agrícolas, atracción hacia un mercado de trabajo, relaciones con las administraciones (BANRURAL, Fideicomisos, SARH, etc), aportes técnicos e influencias para la elección de un cultivo, etc. El entorno socio-económico es esencial en el proceso de mutación de esta agricultura de temporal.

Estos cuatro elementos hacen de Ecuandureo un caso concreto muy válido para contestar a nuestra interrogación:

- ¿Cuáles son las consecuencias de la modificación de las condiciones ecológicas sobre la agricultura de esta zona de temporal?

y, específicamente:

- ¿El pequeño riego puede favorecer una nueva dinámica en una zona de temporal marginada?

Las obras hidráulicas tienen antecedentes en el valle que datan de la época de la Hacienda. En efecto, esta unidad de producción implementaba sistemas de control de las inundaciones, gracias a bordos de tierra, mientras aprovechaba las corrientes de agua para irrigar parcelas de trigo u otro cultivo en el plan. A partir de fines de los años sesenta, se inició la ejecución de un programa de desecación de la laguna de Colesio y de control de las inundaciones, mientras se construían unidades de bombeo para emplear los recursos subterráneos y fomentar el desarrollo del riego.

3.3.2 Zona rural con infraestructura satisfactoria

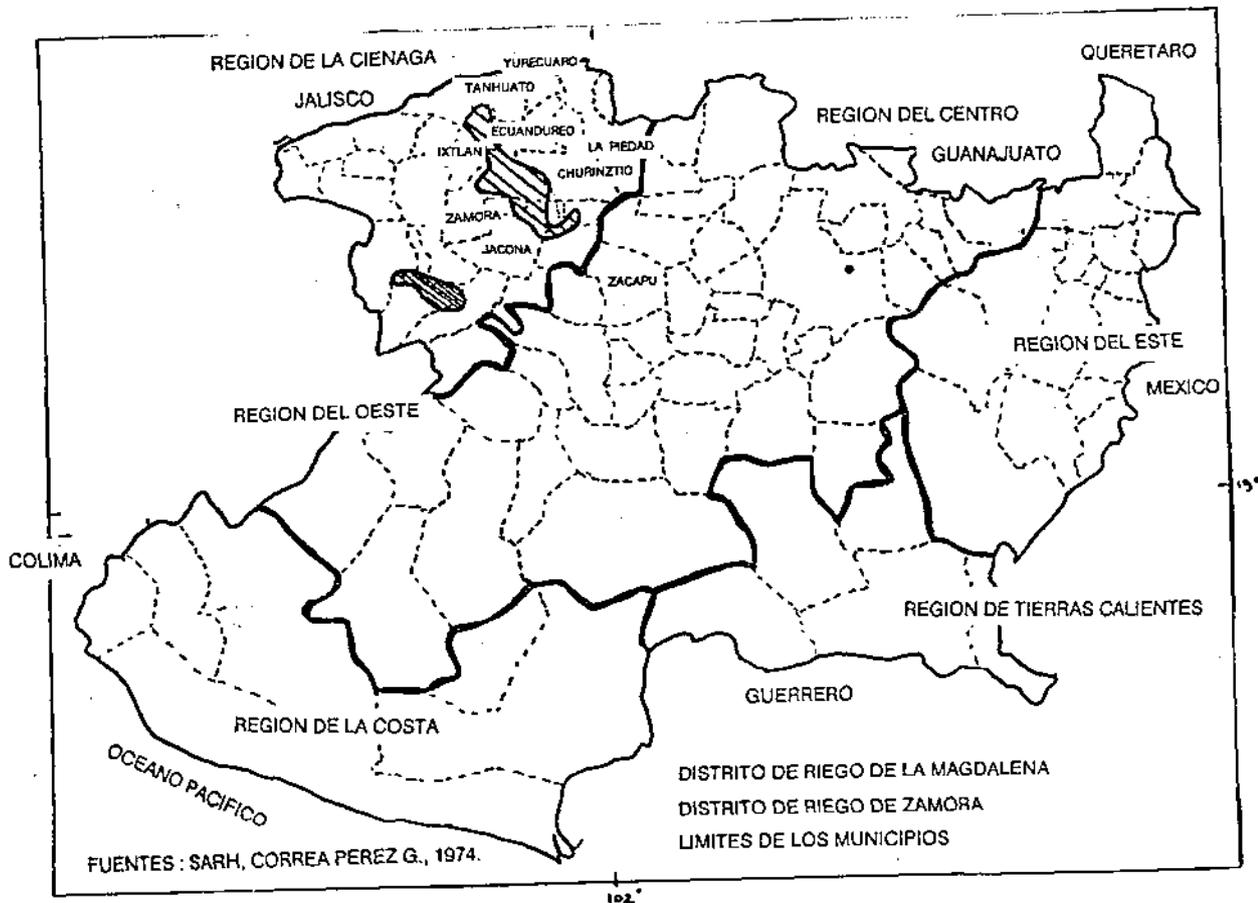
La cuenca de Ecuandureo, de aproximadamente 212 km², abarca 16 localidades en dos municipios: Ecuandureo y parte del municipio de Tanhuato, es vecina de los municipios de Yurécuaro en el norte, La Piedad en el nordeste, Churintzio en el Este, Zamora en el Sur de Ixtlán en el Oeste (ver mapa No. 1). El pueblo de mayor importancia es la cabecera municipal de Ecuandureo, del mismo nombre, con 6,200 habitantes, reúne 30% de la población del municipio, mientras que las otras localidades tienen entre 300 y 2,500 habitantes.

El valle de Ecuandureco está comunicado con varios centros urbanos y se ubica entre las ciudades de Zamora y La Piedad, en la orilla de la carretera que la pone en comunicación con cada centro urbano (desde el pueblo de Ecuandureco se hace en carro menos de 30 min.) Las localidades del sur del valle se benefician también de la proximidad de esta carretera, pero las comunidades del norte no disponen más que de caminos de terracería para alcanzarla. La comunicación con Yurécuaro y Tanhuato es difícil, el camino más corto se encuentra en muy mal estado e intransitable en temporada de lluvias, hay que rodear por La Piedad o Vista Hermosa, lo cual limita el papel comercial y administrativo de estos centros urbanos. El servicio de transporte de las personas es bastante eficiente y se realiza por medio de autobuses que continuamente recorren la carretera principal en dirección de Zamora o de La Piedad. Tres veces al día llega un camión (ida y vuelta) hasta las localidades más alejadas (Colesio, Puerta de Vargas, Tinajas de Vargas y San José de Vargas). Antes de la construcción de la carretera en 1958, el tren que cruza el valle era el único medio de transporte "rápido", si no, había que caminar o irse a caballo (o burro) por los caminos reales a los pueblos más importantes. Hoy en día, este tren transporta esencialmente granos o materiales; la línea Zamora-Yurécuaro está todavía comunicada con otras ciudades.

Una infraestructura destinada a la agricultura sorprende por su presencia en el valle, son instalaciones de almacenamiento de grano de la compañía La Azteca, las cuales están vacías muy a menudo. La producción de los campesinos de la zona raramente es destinada a éstos.

Las condiciones de vida son satisfactorias: casi cada localidad dispone de un teléfono rural; los pueblos tienen electricidad; la mayoría de las construcciones son de bloques o tabiques (muchas de ellas se realizaron gracias a los dólares de los emigrantes). Los problemas más importantes son la disposición de agua potable y el drenaje. En el pasado los manantiales y ojos de agua alcanzaban a abastecer a casi todas las localidades. Ahora, por la baja de su caudal y el aumento de las necesidades, es indispensable extraer el agua del subsuelo y todavía se requiere terminar instalaciones de bombeo para algunas comunidades que carecen de este líquido. El 40% de la población del municipio carece del servicio de agua, en permanencia. En la mayoría de las localidades, el drenaje de aguas negras es inexistente; sólo 30% del municipio de Ecuandureo está equipado (DDR No. 7). Existen tres centros de salud en función y varios en construcción.

En cuanto a educación, el nivel es regular para una zona rural, casi cada localidad dispone de una escuela primaria y algunas de telesecundarias. Más allá de este nivel escolar, hay que ir a Zamora o La Piedad.



El valle de Ecuandureo es una zona agrícola, no existe alguna industria importante y el 40% de la población activa se dedica a la agricultura.

3.3.3 Condiciones naturales y uso del suelo

La cuenca de Ecuandureo es un ejemplo de las zonas periféricas del Bajío, comprendido entre 1530 y 2500 m, es constituida por la depresión de Colesio antiguamente ocupada por una laguna y el valle de Quiringüicharo y Tanhuato. Para definir las condiciones de la agricultura, nos proponemos estudiar el clima de la región, la geología y la hidrogeología, la hidrografía y la repartición de los espacios (terruños).

3.3.3.1 el clima

El clima del valle de Ecuandureo es templado, lo cual permite cierta libertad en la elección de los cultivos; sin embargo el primer limitante antes de ser la temperatura (los días de helada son escasos) es la disposición en agua para la planta. Por lo tanto, estudiaremos la precipitación, su repartición en el espacio, los períodos deficitarios y excedentarios y el reparto anual de la lluvia. Después de ver la influencia de los vientos dominantes y las temperaturas y proponer cálculos de la evapotranspiración, intentaremos evaluar las dosis de riego adecuadas a las tierras del valle.

En nuestra zona de estudio no existen estaciones meteorológicas; se reportan algunos datos para el pueblo de Ecuandureo entre 1965-1966, pero no hubo seguimiento en esta estación. Por lo tanto, tomaremos como referencia los datos de cuatro estaciones ubicadas en los alrededores del valle (Zamora a 30 km de Ecuandureo, Yurécuaro a 20 km, Tanhuato a 20 km, La Piedad 30 km).

Este análisis no podrá dar cuenta de las diferencias de microclimas presentes en el valle (por ejemplo, la heterogeneidad de las lluvias puede ser debida al relieve y a la desviación de las corrientes de aire como en 1990), pero tienen mucha importancia para la producción agrícola.

precipitación

Existen ciertas variaciones entre los resultados de las diferentes estaciones, sin embargo permanecen en un mismo rango de valor de precipitación anual, entre las isoyetas 750 y 900 mm, que son las isoyetas medias anuales del período 1941-1970.

El promedio entre las cuatro estaciones disponibles durante un mismo período es de 840.8 mm, sin ponderación con la altitud o la distancia.

En año con escasez de lluvia, las isoyetas 500 y

600 mm envuelven al valle de Ecuandureo, mientras que en año lluvioso son las isoyetas 1000 y 1300 (período 1941-1970).

A pesar de la influencia directa e indirecta del relieve, no se ha podido determinar una correlación entre altitud y precipitación anual, lo cual sería debido a la influencia de la Meseta Tarasca sobre las masas de aire húmedo provenientes del Océano Pacífico y las ondas del Este.

Cuadro No. 2 Períodos deficitarios y excedentarios de precipitación anual

Estación	Períodos Deficitarios	Períodos Exedentarios
LA PIEDAD	1942-1964	1924-1937
TANHUATO	1948-1951, 1981-1983	1958-1971
YURECUARO	1945-1957, 1960-1965 1987-1989	1935-1938, 1966-1971 1980-1986
ZAMORA	1928-1957, 1982-1989	1921-1927, 1958-1967 1971-1974

Se determinaron los períodos de déficit y excedentes de precipitaciones, comparando la precipitación anual con el promedio de los años de observaciones disponibles. Algunas secuencias están interrumpidas por años aislados con característica

contraria.

En las cuatro estaciones se nota un período de sequía de 1948 a 1957. En el caso de Tanhuato, este período está entrecortado de años húmedos (1952, 1955) y regular (1953), como en Yurécuaro, Zamora y La Piedad (1955). De 1960 a 1964 se nota un segundo período de sequía común a dos estaciones (Yurécuaro y La Piedad). En el período de déficit de La Piedad de 23 años, observamos 3 años húmedos (y tres con datos incompletos). En Tanhuato aparece una corta secuencia de años secos de 1981-1983, la cual no está confirmada en los otros casos. Los últimos años (1987-1989) nos permiten pensar que nos encontramos actualmente en un período de sequía, lo cual no se ha confirmado con los datos de 1990.

No se puede definir ciclos regulares para los períodos de déficit y superavit de precipitaciones; sin embargo, los primeros aparecen como más prolongados.

Los períodos de humedad están menos marcados y casi específico a cada estación.

REPARTICION DE LA PRECIPITACION DURANTE EL AÑO.-
Se determina una estación húmeda marcada de cuatro meses (de junio a septiembre) durante la cual cae entre el 66% (La Piedad) y el 87% (Yurécuaro) de la precipitación total (Servicio Nacional de Meteorología). El mes de julio, el más lluvioso, representa 23.5% (La Piedad)

a 27.5% (Yurécuaro) de la pluviometría anual. No podemos decir que ha cambiado de manera significativa esta repartición durante los períodos considerados, a pesar de las observaciones campesinas que tienden a notar una concentración de las lluvias durante el verano.

vientos dominantes

Según las observaciones realizadas en la estación de Ecuandureo entre 1964 y 1966, los vientos dominantes provienen del Sur con una intensidad máxima de 3.7. Durante los meses de lluvias, provienen del SE, SO y S.

En Zamora, La Piedad y Tanhuato los vientos dominantes provienen respectivamente del SO (con una intensidad máxima de 3), del NE (intensidad 1) y del SO (intensidad 2).*

temperatura

El promedio anual se sitúa entre 19.5°C para Ecuandureo y 21.8°C para Tanhuato (ver Cuadro No. 4).

La temperatura media oscila entre 14 y 25 grados con un promedio mensual máximo en el mes de mayo de 25.3°C en Tanhuato, 23.7 en Yurécuaro y Zamora, y 24.5°C en Ecuandureo. Por lo tanto es durante el mes de mayo que

* Un viento de intensidad 1 se mueve a una velocidad de 2.0 a 14.5 km/hr, de 2:14 a 25 km/hr, de 3:25.1 a 39.4 km/hr.

observamos la más fuerte evaporación.

El mes de enero es el más frío de 15°C (La Piedad), a 17.5°C (Tehuacan). Se registran algunos días de heladas en los meses de septiembre-octubre de 0 a 20. Estas heladas pueden perjudicar las cosechas de sorgo de temporal y los sembrados de garbanzo.

evaporación y evapotranspiración potencial

EVAPORACION MEDIDA.-- La evaporación medida (sobre bac de tipo A) es máxima antes del período de lluvias (de marzo a abril) y a principios del mismo (junio).

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL Y REAL.- El cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) es indispensable para evaluar, la evapotranspiración real (ETR) y establecer un balance hídrico en la región considerada. Tal balance nos permite conocer los períodos de humedad y de sequía durante el año y determinar las condiciones de la agricultura.

Existen varias fórmulas para calcular la ETP. Nos proponemos utilizar tres (TURC, BLANEY y CRIDDLE, RESTREPO), a fin de determinar con una mayor precisión las deficiencias de humedad las cuales pueden ser compensadas por el riego.

CUADRO No. 3 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL. PROMEDIOS

ESTACION	FECHAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septien	Octubre	Novien	Dicien	ANUAL
VURECUARO	1943-72	16.6	17.9	19.8	21.9	23.7	23.5	22.1	22	21.7	20.1	19.1	17.3	20.6
ZAHORA	1948-72	16.4	17.7	20	22.3	23.7	23	21.2	21	20.9	19.8	18.3	16.6	20.1
LA PIEDAD	1921-72	15	17.1	19.4	21.7	23.8	23.3	21.3	21.7	21.4	20.2	18	16.2	19.9
ECUADORERO	1965-62	14.6	15.3	18.3	24.8	24.5	24.4	21.6	19.8	20.5	19.1	19.1	15.6	19.5
TRINIDAD	1943-72	17.5	19.1	21.1	23.5	25.3	24.8	23.1	23.2	23.2	22.17	20.26	18.35	21.8

Fuente: Bajo Río Lerma y P.C., Alto Río Lerma

CUADRO No. 4 EVAPORACION MENSUAL Y ANUAL. PROMEDIOS

ESTACION	FECHAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septien	Octubre	Novien	Dicien	ANUAL
VURECUARO	1943-72	134.4	159.1	220.5	249.9	257	202.8	170.1	162.7	151.9	156.7	139.1	124.9	2139.9
ZAHORA	1948-72	121.2	156.2	219.2	240	246	183	144.9	136.7	127.3	127.9	118.8	106.1	1929.5
El Salto LA PIEDAD	1961-72	98.6	126.7	200.4	229.9	236.3	117.2	162.3	151.8	135.1	114.7	97.2	84	1822.9

Fuente: Bajo Río Lerma y P.C., Alto Río Lerma

Fórmula de TURC

Esta fórmula toma en cuenta la temperatura media (T), la radiación incidente y las horas de insolación diaria. Estos dos últimos fenómenos se evalúan gracias al porcentaje de número de días sin nube más la mitad del número de día con nebulosidad media: A

$$ETP = A * T / T + 15$$

Se observan 8 meses de déficit en las tres consideradas (Zamora, Yurécuaro, Tanhuato), de septiembre a mayo (ver Cuadro No. 5).

Los déficits de los meses de octubre a diciembre están compensados en parte, gracias a las reservas de agua realizadas en los meses de lluvia, hasta saturación del suelo (esta reserva varía según la textura del suelo).

Blaney y Griddle

Esta fórmula establece un coeficiente K para cada cultivo y según su período de crecimiento.

$$ETP = K / 100 * (45.7 T + 813) P$$

T = Temperatura media mensual en C°

P = Porcentaje de horas diurnas en el mes considerado
por el número de horas diurnas anuales

En la zona Soudano-saheliana, se determinó K:

$$K = ETM / ETP$$

CUADRO No. 5 ETP Y ETR MENSUAL (PROMEDIO 1960-1989). FORMULA DE TURC

MES	ZARORA						YURECUARO					TAMHUATO				
	A	T	ETP	P	P-ETP	ETR	T	ETP	P	P-ETP	ETR	T	ETP	P	P-ETP	ETR
Enero	171	18.9	90.59	16	-74.6	16.0	16.3	89.1	15.7	-73.4	15.7	17.2	91.3	19.0	-72.3	19.0
Febrero	206	17.8	111.7	7.1	-104.7	7.1	17.4	110.6	6.7	-103.9	6.7	16.0	112.4	4.8	-107.6	4.8
Marzo	231	20.4	133.1	7.1	-126.0	7.1	19.7	131.1	10.6	-120.5	10.6	20.7	133.9	3.9	-130.6	3.3
Abril	247	22.1	147.1	8.9	-138.2	8.9	22.0	146.9	11.4	-135.5	11.4	22.8	149.0	3.1	-145.9	3.1
Mayo	242	24.3	149.6	30.7	-118.9	30.7	23.6	148.0	31.1	-116.9	31.1	24.8	150.9	27.5	-122.8	27.5
Junio	203	23.8	124.1	177.3	53.2	124.1	23.3	123.5	171.3	47.8	123.5	23.6	124.1	163.1	39.0	124.1
Julio	188	22.2	112.1	202.8	90.6	112.2	21.7	111.2	225.7	114.5	111.2	23.1	114.0	228.9	114.9	114.0
Agosto	192	22.1	114.3	179.5	65.1	114.4	21.6	113.3	160.9	67.6	113.3	23.2	116.6	179.5	62.9	116.6
Septiembre	185	21.9	109.7	142.9	33.1	109.8	21.3	108.6	133.3	24.7	108.6	22.6	111.2	138.1	26.9	111.2
Octubre	193	20.9	112.3	56.2	-56.2	56.2	20.5	111.5	47.7	-63.8	47.7	21.3	113.2	51.8	-61.4	51.8
Noviembre	190	19.4	107.1	13.2	-94.0	13.2	18.7	105.4	16.5	-88.9	16.5	19.6	107.6	7.3	-100.3	7.3
Diciembre	162	17.7	87.60	12.7	-75.0	12.7	16.7	85.3	7.9	-77.4	7.9	17.2	86.5	9.2	-77.3	9.2

A: Coeficiente integrando la nebulosidad y la latitud
T: Temperatura diaria media mensual
ETP: Evapotranspiración potencial según TURC
ETR: Evapotranspiración real

Fuente: Servicios Nacional Meteorológico, Mollard E.

avec ETM : Consumo máximo en agua de la planta, en un período determinado.

Ejemplo del tomate: variedad "Ronita"

Consumo global en agua durante 130 días: 8250 m³

- de la plantación a la florescencia K = 0.75
- de la florescencia a la formación del fruto K = 0.95
- del fin de la fructificación a la cosecha K = 0.90

El resultado obtenido para el déficit de humedad (en el caso del jitomate (ver Cuadro No. 6) en los meses de sequía es comparable al que se calculó, gracias a la fórmula de TURC (para cualquier cultivo).

Ejemplo del trigo (ver Cuadro No. 7):

En clima templado y en una región árida:

- de la siembra a la emergencia K = 0.30 (enero)
- hasta cobertura total K = 0.50 a 1 (fines enero a marzo)
- hasta maduración K = 1 (abril)
- hasta cosecha K = 0.95 a 0.15 (abril-mayo)

El cálculo de la ETP con la fórmula de BLANEY y CRIDDLE nos da como resultado que hay que tomar con cautela la información, por lo que los coeficientes utilizados en el cálculo se determinaron en condiciones experimentales específicas a la región de experimentación. Sin embargo, el interés reside en la posibilidad de diferenciar los cultivos (cereales, verduras o pastos).

CUADRO N. 6. ETP y ETR Mensual (Promedio 1960-1969)
 FORMULA DE BLANEY Y CRIDDLE

MES	K	P	ZANORA					YURECUARO					TAMHUATO				
			T	ETP	PRECIP	P-ETP	ETR	T	ETP	PRECIP	P-ETP	ETR	T	ETP	PRECIP	P-ETP	ETR
Enero	0.75	7.75	16.9	92.14	16.0	-99.9	16.0	16.3	90.55	15.7	-74.9	15.7	17.2	92.94	19.0	-73.9	19.0
Febrero	0.95	7.31	17.8	112.9	7.1	-132.3	7.1	17.4	111.6	6.7	-105.0	6.7	16.0	113.5	4.0	-105.8	4.0
Marzo	0.95	8.41	20.4	139.4	7.1	-132.7	7.1	19.7	138.6	10.8	-126.3	10.6	20.7	140.5	3.3	-137.2	3.3
Abril	0.9	8.52	22.1	189.7	6.9	-149.7	6.9	22.0	189.4	11.4	-128.0	11.4	22.8	142.2	3.1	-139.1	3.1
Mayo	0.9	9.16	24.3	158.5	30.7	-62.0	30.7	23.6	155.9	31.1	-124.8	31.1	24.6	159.7	27.5	-132.2	27.5
Diciembre	0.75	7.62	17.7	92.69	12.7	12.7	12.7	16.7	90.07	7.9	-82.2	7.9	17.2	91.36	9.2	-82.2	9.2

K : Coeficiente relativo al cultivo de jitonate y a su periodo de desarrollo
 T : Temperatura diaria media mensual
 P : Horas diurnas en el mes considerado / horas diurnas anuales Z
 ETP : Evapotranspiración Potencial
 ETR : Evapotranspiración Real

FUENTES : Servicio Nacional Meteorológico, INAT (Ministerio del Agrario)

CUADRO N. 7. ETP y ETR Mensual (Promedio 1960-1969)
 FORMULA DE BLANEY Y CRIDDLE

MES	K	P	ZANORA					YURECUARO					TAMHUATO				
			T	ETP	PRECIP	P-ETP	ETR	T	ETP	PRECIP	P-ETP	ETR	T	ETP	PRECIP	P-ETP	ETR
Enero	0.3	7.75	16.9	36.05	16.0	-73.2	16.0	16.3	34.22	15.7	-20.5	15.7	17.2	37.17	19.0	-18.2	19.0
Febrero	0.75	7.31	17.8	89.37	7.1	-136.7	7.1	17.4	88.16	6.7	-81.3	6.7	16.0	89.67	4.0	-84.9	4.0
Marzo	0.95	8.41	20.4	143.6	7.1	-148.2	7.1	19.7	141.2	10.6	-130.6	10.6	20.7	144.9	3.3	-141.7	3.3
Abril	0.9	8.52	22.1	155.3	6.9	-85.0	6.9	22.0	154.9	11.4	-143.5	11.4	22.8	158.0	3.1	-154.6	3.1
Mayo	0.85	9.16	24.3	86.90	30.7	-8.4	30.7	23.6	85.29	31.1	-64.2	31.1	24.6	92.59	27.5	-70.1	27.5
Diciembre	0.3	7.62	17.7	37.07	12.7	12.7	12.7	16.7	36.03	7.9	-28.1	7.9	17.2	36.55	9.2	-27.4	9.2

K : Coeficiente relativo al cultivo de trigo y a su periodo de desarrollo
 T : Temperatura diaria media mensual
 P : Horas diurnas en el mes considerado / horas diurnas anuales Z
 ETP : Evapotranspiración Potencial
 ETR : Evapotranspiración Real

FUENTES : Servicio Nacional Meteorológico, INAT

Fórmula de RESTREPO

A. RESTREPO basa su fórmula de cálculo de la evapotranspiración potencial sobre la combinación de varios datos meteorológicos: la evaporación medida en bac (tipo A), la temperatura diurna máxima y la velocidad del viento.

Los resultados se acercan a los calculados con la primera fórmula (ver Cuadro No. 8).

determinación de las necesidades de riego

Las condiciones meteorológicas que conoce el valle de Ecuandureo y específicamente la escasez de humedad durante las dos terceras partes del año, hace necesario el riego para permitir un segundo ciclo de cultivo en la temporada otoño-invierno. Por otra parte, el riego permite adelantar las siembras de temporal para liberar la tierra más temprano para un cultivo de otoño o dejar más tiempo para preparar los cultivos de invierno.

La posibilidad de regar limita el apremio de una mala temporada de lluvia, por lo que se puede mantener la humedad necesaria al desarrollo de la planta en caso de sequía.

Sin embargo, el riego se tiene que manejar de manera efectiva para no dañar la planta y evitar el desperdicio de un recurso lentamente renovable. Por lo tanto, el

CUADRO No. 8 ETP Y ETR SEGUN RESTREPO

	ZAMORA (1948-72)			VURECUARO (1943-72)			LA PIEDRA (1961-72)		
	PRECIP	ETP	ETR	PRECIP	ETP	ETR	PRECIP	ETP	ETR
Enero	16.1	92.9	16.1	15.7	107.1	15.7	16.3	121.5	16.3
Febrero	6.1	107.7	6.1	6.7	122.3	6.7	9	132.2	9
Marzo	8.7	156.1	8.7	10.6	168.3	10.6	4.5	170.2	4.5
Abril	10.4	165.6	10.4	11.4	193.7	11.4	8.0	197.3	8.0
Mayo	31.6	173.5	31.6	31.1	200.3	31.1	36.8	245.5	36.8
Junio	139.4	138.8	138.8	171.3	158.5	158.5	151.1	202.8	151.1
Julio	192.8	110.5	110.5	225.7	132.4	132.4	222.5	162.1	162.1
Agosto	171.3	108.8	108.8	180.9	124.5	124.5	189.1	168.6	168.6
Septiembre	137.8	103	103	133.3	117.5	117.5	174.9	145.2	145.2
Octubre	52.2	107.9	107.9	47.7	123.1	123.1	55.2	160.2	135.2
Noviembre	15.6	98.3	98.3	15.5	11.7	11.7	14.9	124.6	14.9
Diciembre	12.8	64.5	12.8	7.9	97.1	7.9	17	116.8	12.8

PRECIP: Precipitación

ETP: Evapotranspiración potencial calculada según RESTREPO A.

ETR: Evapotranspiración real según RESTREPO A.

Fuente: SHN. RESTREPO A.

cálculo de la dosis de agua aprovechable por la planta y de los intervalos entre riegos es sumamente importante.

Las necesidades de riego se determinan basándose en el déficit hídrico, y la eficiencia total del riego.

CUADRO No. 9 EFICIENCIA DEL RIEGO Y PERDIDAS

	SUELO ARENOSO	SUELO MIXTO	SUELO ARCILLOSO
PERDIDAS (P)			
- Escurrimiento	5%	15%	30%
- Percolación	40%	10%	5%
- en los canales	15%	5%	2%
EFICIENCIA	40%	70%	63%

Para calcular teóricamente la dosis por riego y el número de riegos necesarios mensualmente, se determina la dosis máxima de riego, variable en función de la humedad equivalente del suelo (ver Cuadros No.10 y 11).

Las dosis de riego varían entre 15 y 50 mm de agua, es decir, 150 y 500 m³/ha. Los sistemas de riego y el tipo de cultivo son determinantes en el cálculo del intervalo entre riegos será menor o mayor y se tiene que adaptar las dosis a estas condiciones.

CUADRO No. 10 ETP Y ETR MENSUAL (PROMEDIO 1960-1989). CALCULO DE LAS DOSIS DE RIEGO ZAMORA (MICHOACAN)

MES	ETP-P	PERDIDAS			RIEGO			DOSIS PRACTICA			H. DE RIEGOS		
		S. Ar	S. Mix	S. Arc	S. Ar	S. Mix	S. Arc	S. Ar	S. Mix	S. Arc	S. Ar	S. Mix	S. Arc
Enero	74.6	0.6	0.3	0.37	119.4	97.0	102.2	15.3	27.0	49.5	8	4	2
Febrero	104.7	0.6	0.3	0.37	167.5	136.1	143.4	15.3	27.0	49.5	11	5	3
Marzo	126.0	0.6	0.3	0.37	201.6	163.8	173.6	15.3	27.0	49.5	13	6	4
Abril	139.2	0.6	0.3	0.37	221.1	179.7	189.3	15.3	27.0	49.5	14	7	4
Mayo	118.9	0.6	0.3	0.37	190.2	154.6	162.9	15.3	27.0	49.5	12	6	4
Diciembre	75.0	0.6	0.3	0.37	120.0	97.5	102.8	15.3	27.0	49.5	8	4	2

S. Ar: Suelo arenoso a 8% de arcilla

S. Mix: Suelo limonoso a 20% de arcilla

S. Arc: Suelo arcilloso a 50% de arcilla

ETP: Evapotranspiración potencial calculada según el método de TURC (1960-1989)

P: Precipitación promedio mensual (1960-1989)

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología.

CUADRO No. 11 CALCULO DE LAS DOSIS DE RIEGO ZAMORA (MICHOACAN)

MES	ETP-P	PERDIDAS		RIEGO		DOSIS PRACTICA		N. DE RIEGOS	
		30%	> 50 %	30%	50%	30%	50%	30%	50%
Enero	74.6	0.3	0.37	97.0	102.2	28.7	49.5	3	2
Febrero	104.7	0.3	0.37	136.1	143.4	28.7	49.5	5	3
Marzo	126.0	0.3	0.37	163.8	172.6	28.7	49.5	6	3
Abril	138.2	0.3	0.37	179.7	189.3	28.7	49.5	6	4
Mayo	118.9	0.3	0.37	154.6	162.9	28.7	49.5	5	3
Diciembre	75.0	0.3	0.37	97.5	102.8	28.7	49.5	3	2

Los suelos del valle de Ecuandureo tienen un porcentaje de arcilla variable entre 30% y 90%

ETP: Calculada según el método de TURC (1960-1989)

P: Precipitación promedio mensual 1960-1989

Fuentes: SARH, Laboratorio Regional de Agrología.
Servicio Nacional de Meteorología.

3.3.3.2 geología

El conocimiento de la geología de nuestra zona de estudio en su contexto regional es indispensable al buen entendimiento de las condiciones hidrogeológicas que nos interesan, siendo muy importante conocer el origen y la composición de los materiales en presencia.

geomorfología

En el Estado de Michoacán se presentan dos provincias geomorfológicas:

- la provincia de la Sierra Madre del Sur.
- el Eje Neovolcánico Mexicano.

PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE DEL SUR

De aproximadamente 1100 km de largo, por 120 km de ancho. Esta provincia se constituye de varios conjuntos estratigráficos y presenta una alta diversidad litológica. Un importante contraste topográfico refleja la gran variedad de rocas ígneas extrusivas, intrusivas y metamórficas presentes (Contreras M., y Cuesta E., 1990), las cuales según López-Ramos (1981) tienen edades que van del Precámbrico al Mioceno Superior.

PROVINCIA DEL EJE NEOVOLCANICO TRANSVERSAL

Esta provincia presenta grandes eventos magmáticos

y se define por una franja de innumerables aparatos volcánicos y rocas extrusivas de constitución predominantemente basálticas y andesíticas (Vargas L, 1985). Se han reconocido tres fases de actividad principales: una fase Cretácica metamórfica, una fase Oligo-Miocénica y una Plio-Cuaternaria. Aunque se haya también considerado que el vulcanismo de esta provincia corresponda al Plio-Cuaternario, mientras los movimientos originados durante las edades anteriores serían una prolongación meridional del sistema de la Sierra Madre Occidental. La formación de esta provincia se inició en el Oligoceno (Terciario) y ha continuado hasta el reciente.

unidades litológicas

Se distinguen seis bloques litológicos en el Estado de Michoacán, delimitados por una serie de fallas NE-SW, N-S y E-W:

- + La Sierra Madre del Sur (bloque alto).
- El bloque Bajo Patámbaro.
- + El bloque Anganguero-Tlalpujahuá.
- + El graben de Apatzingán.
- El bloque Pátzcuaro (bloque alto Meseta Tarasca).
- Bloque bajo Chapala-Cuitzeo-Maravatío.

Los tres últimos bloques pertenecen a la provincia del Eje Neovolcánico Transversal. El valle de Ecuandureo

se encuentra en el bloque Chapala-Cuitzeo-Maravatío, entre tres bloques altos (Norte de Jalisco y Guanajuato, Meseta Tarasca y Angangueo-Tlalpujahua, separado por varias fallas E-W y NW-SE).

El Eje Neovolcánico está constituido por cuatro principales unidades litológicas:

- a) Rocas volcánicas extrusivas de composición intermedia a básica que dan lugar a volcanes de diferentes tamaños, derrames de lava, flujos piroclásticos, muy comunes en la parte central del Estado de Michoacán del Plio-Cuaternario.
- b) Sedimentos lacustres de edad variable (Plioceno inferior).

- Cuaternario Superior, que afloran en extensas áreas y que se originaron en una gran cuenca lacustre que ocupaba la parte central de México, producto sin duda de una extensa depresión y que en la zona michoacana fue posterior a la formación total de la provincia de la Sierra Madre del Sur.

La tectónica disyuntiva del Plioceno Inferior-Medio dislocó parcialmente estos sedimentos que se encuentran actualmente en diferentes niveles topográficos; testigos de estos movimientos son las actuales zonas lacustres de Pátzcuaro, Cuitzeo, Ciénega de Chapala, etc., que ocupan depresiones tectónicas. Las fallas

distintivas permitieron al material magmático ascender a la superficie y constituir el Eje Neovolcánico.

- c) Algunas planicies son debidas a productos piroclásticos del Mioceno Superior (ejemplo: Morelia SW del Lago de Cuitzeo).
- d) Ciertas zonas de abundante vulcanismo ácido, se encuentran con una topografía a veces accidentada, producto del vulcanismo (ejemplo: Zitácuaro, los Azufres).

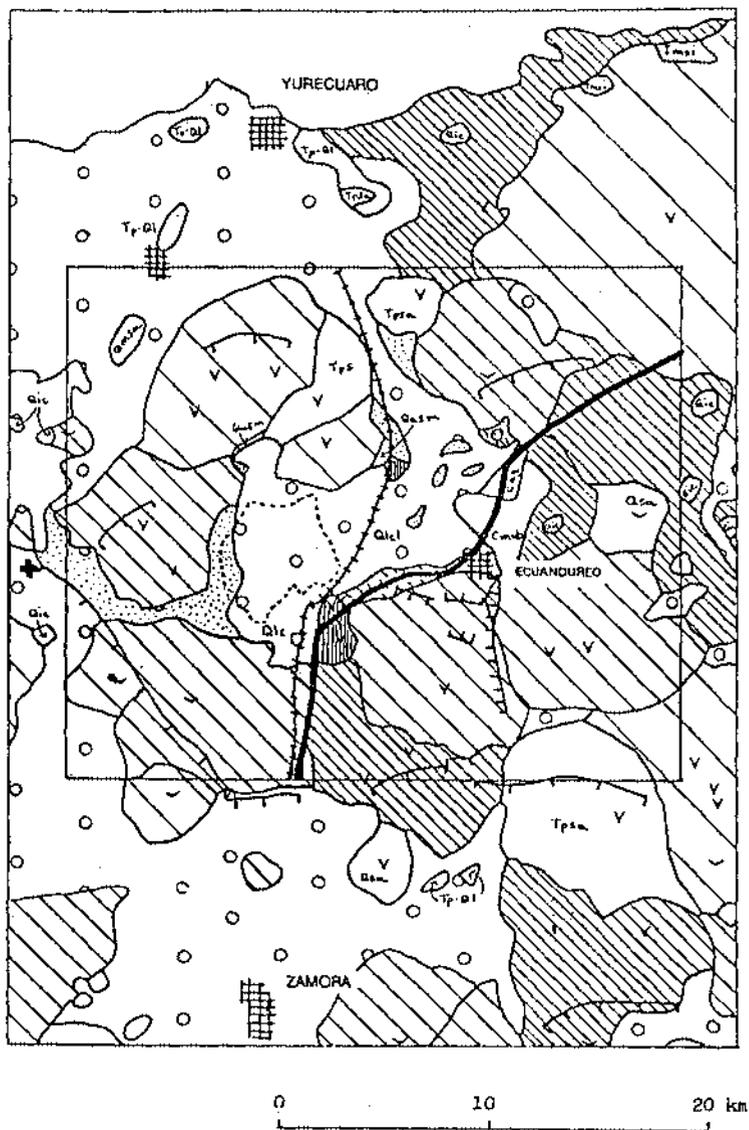
el valle de Ecuandureo

El Valle de Ecuandureo es una planicie lagunar y aluvial rodeada de una serie de conos volcánicos de altitud variable, siendo el Cerro Grande el más prominente con 2500 m. de altitud.

Las unidades litológicas que afloran en la zona son principalmente sedimentarias (lagunares o fluviales) y volcánicas. En la planicie, alternan las capas de sedimentos y derrames basálticos o andésicos de diversos épocas, del Mioceno (Terciario) al Holoceno (Cuaternario) (ver Mapa No. 2).

Contamos con la presencia de fallas alrededor del valle de Ecuandureo. La falla de Nogales, de dirección NE-SW, casi perpendicular a la falla de Ixtlán Encinal,

MAPA No. 2 GEOLOGIA DE LA REGION YURECUARO-ECUANDUREO ZAMORA



Fuente: CFE, SRH. 1986

LEYENDA

CENOZOICO		CUATERNARIO			
		PLEISTOCENO		HOLOCENO	
TERCIARIO		PLIOCENO		SUPERIOR	
		MIOCENO		MEDIO	
MIOCENO SUP		MIOCENO MED		MIOCENO SUPERIOR	
MIOCENO INF		MIOCENO SUPERIOR		MIOCENO SUPERIOR	
C.V. MIL CUMBRES		ACTIVIDAD MAGMATICA RELACIONADA CON LA FORMACION DE LEJE NEOVOLCANICO			
SEDIMENTOS LACUSTRES					

- Qcl** : sedimentos lagunares, primordialmente arcillas y limos del Cuaternario, constituyen la capa superficial de la depresión de Colesio y del valle de Tehuato.
- Qcm** : sedimentos aluviales constituidos por limos arcillosos y arenosos (Cuaternario), se encuentran en manchas en la periferia de la planicie.
- Qca** : sedimentos aluviales constituidos por arenas limonosas (Cuaternario), al Qalm.
- Qasp** : sedimentos aluviales constituidos por arenas con gravas y pocos finos (Cuaternario), afloran en el pie del cerro Piechosa hacia la Soledad.
- Qag** : sedimentos aluviales constituidos por gravas (Cuaternario), afloran en el pie del banco de material.
- Qap** : sedimentos aluviales constituidos por arenas con gravas y pocos finos (Cuaternario), en el banco de material.
- Qasp** : sedimentos de piedemonte constituidos por arenas con gravas y pocos finos (Cuaternario), se encuentran en una zona irregular por Torcozes.
- Qpsa** : sedimentos de piedemonte constituidos por arenas arcillosas (Cuaternario), afloran abajo del cerro Los Nogales.
- Qal** : Aluviones (gravas, arenas, limos y arcillas) y suelos residuales (Holoceno).
- Qvb** : derrames basálticos del Cuaternario, se encuentran en los conos volcánicos.
- Qvrb** : derrames basálticos con tobas del Cuaternario, en el banco de material.
- Qca** : Aparatos cineríticos y derrames de composición básica con formas morfológicas bien conservadas (Pleistoceno Medio).
- Qmsa** : Aparatos volcánicos y derrames andesítico-basálticos.
- Qia** : Aparatos cineríticos, lapilli y bloques de composición básica (Pleistoceno inferior).
- Qia** : Edificios volcánicos y derrames de composición andesítica (Pleistoceno inferior).
- Qpsa** : Aparatos volcánicos y derrames de composición andesítica (Plioceno Superior, Pleistoceno inferior).
- Qpsa** : Flujos piroclásticos no solidados (Plioceno Superior).
- Qpsa** : Aparatos volcánicos de tamaño considerable constituidos por andesitas basálticas (Plioceno Medio y Superior).
- Qpsa** : Estructuras volcánicas de composición andesítico-basálticas del Plioceno Medio.
- Qmsb** : derrames basálticos del Cenozoico Medio, que afloran en una sola zona, cerca de Ecuadorro abajo del banco de material.
- Qpsa** : Estratos aglomeráticos, arenas y limos : en cierta zona se encuentran intercalados con material volcánico y diatomitas.
- Qmsa** : Flujos piroclásticos e ignimbritas del Mioceno Medio y Superior.

separa dos zonas de importancia geotérmica distinta, el campo geotérmico de los Negritos-Ixtlán de los Hervores siendo de mayor interés. Se presentan fallas de menor amplitud: la falla del cerro Picachos (E-W o SEE-NWW), y las fallas del cerro de Ecuandurco (NW-SE y N-S).

3.3.3.3 hidrogeología

modelo regional

El modelo hidrogeológico conceptual de la zona corresponde al de una zona constituida por extensos afloramientos de rocas volcánicas con características apropiadas de porosidad y fracturamiento para considerarlas como excelentes zonas de recarga, así como planicies constituidas por sedimentos lagunares y aluviales, las cuales constituyen las principales zonas de descargas naturales (manantiales, evaporación) y artificiales (drenaje, pozos). Según las características del material de sedimentación, estas planicies se pueden también considerar como zonas de recarga.

Una gran parte de la infiltración tiende a dirigirse hacia la zona central menos elevada (Ciénega de Chapala y valle de Zamora); sin embargo, el flujo a través de los derrames basálticos se ve interrumpido por la presencia de fallas, las cuales no permiten una continuidad estructural entre las zonas de recargas y las zonas menos elevadas

donde los basaltos continúan en el subsuelo (como el Norte de Yurécuaro y Ecuandureo).

la cuenca de Ecuandureo

El valle de Ecuandureo se ubica en una región hidrológica cuyas características presentamos brevemente, y que tenemos que tomar en cuenta para entender los flujos naturales de agua subterránea y el manejo de este recurso.

Se encuentran cuatro clases de materiales geológicos en la cuenca.

- las rocas basálticas del Terciario y del Cuaternario.
- los sedimentos lagunares y aluviales del Terciario.
- las tobas y arenas volcánicas del Cuaternario.
- los sedimentos recientes del Cuaternario.

Esta clasificación general nos permite distinguir cuatro unidades hidrogeológicas en la zona y tres tipos de acuíferos (granular, fracturado y mixto) (ver mapa No. 3).

LA PLANICIE LAGUNAR

Ubicada en la depresión de Colesio, en el centro Oeste del valle, su estructura geológica se deduce de cortes litológicos levantados durante la perforación de pozos en los ejidos de Majadas, Maravillas y Las Fuentes

(mapa No. 5). Debido a la escasez de datos y la heterogeneidad del levantamiento de la litología presentamos nuestra interpretación con ciertas reservas.

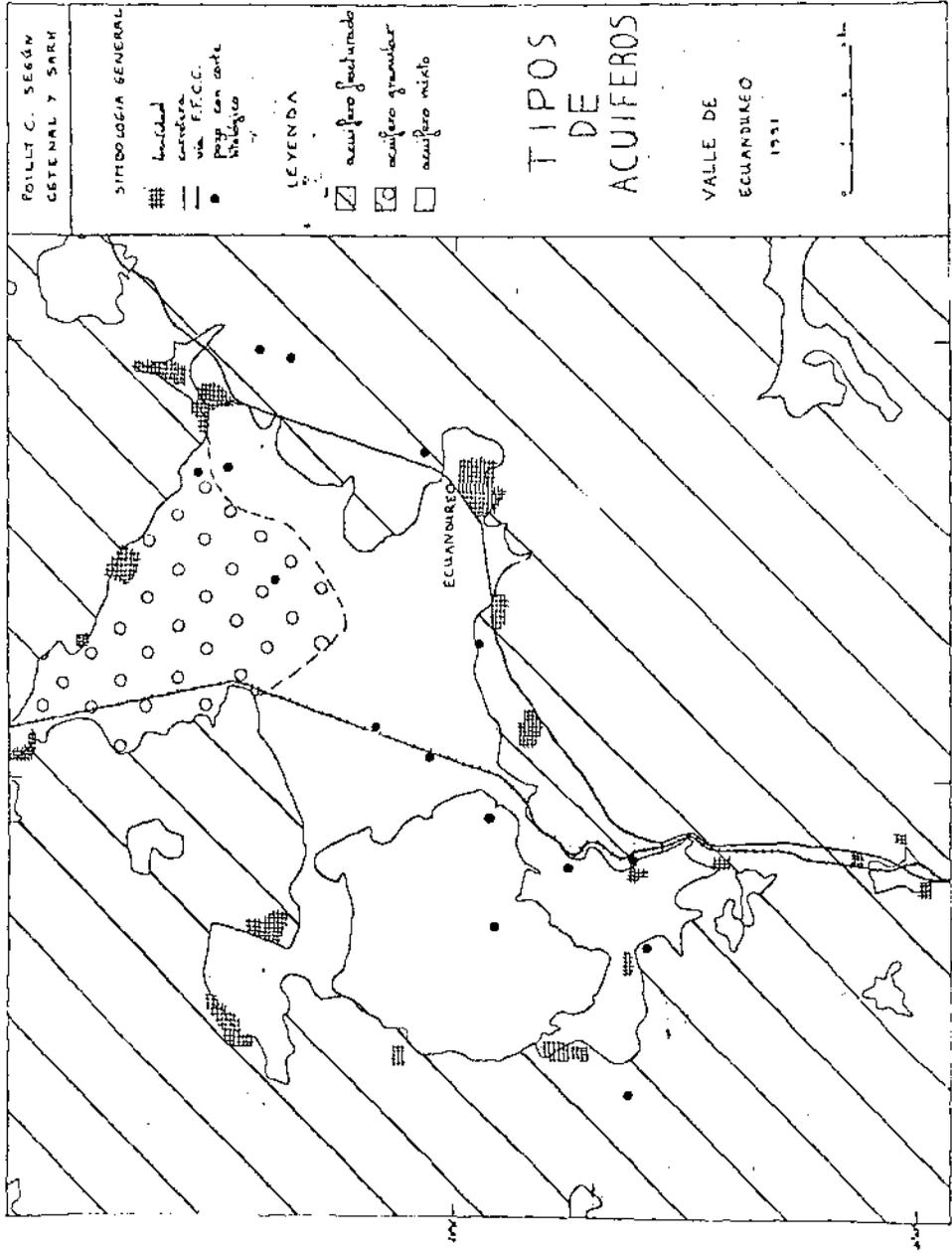
Apoyados sobre una base basáltica, se presentan capas sucesivas de sedimentos lagunares (arcillas bituminosas ricas en materia orgánica, tobas arcillosas arenosas) y derrames basálticos.

La presencia de una base de basaltos no se ha determinado antes de los 200 m para los pozos ubicados en el centro de la depresión, sino en los cortes litológicos de los que se ubican en su periferia. Los derrames basálticos son de espesor variable, generalmente fragmentados y con escorias, y por consecuencia permeables. Según el grado de fragmentación y de contenido en escorias de los basaltos, este material constituye una zona de almacenamiento del agua subterránea muy interesante.

Respecto a los sedimentos lagunares, el contenido en materia orgánica de las arcillas y la composición granulométrica de las tobas, determinan en esta capa cierto grado de permeabilidad, lo cual nos permite pensar que estamos en presencia de un cuerpo acuífero de calidad mediocre, con una probable alimentación lateral.

La capa superficial de 10 a 26 m está constituida de material aluvial clasificado como arcilla, que se depositó en una cuenca endorreica, con poco transporte.

MAPA No. 3 TIPOS DE ACUIFEROS VALLE DE ECUANDUREO



POUILT C. SERGÁN
GENERAL Y SARMI

SIMBOLOGIA GENERAL

- ## localidad
- carretera
- via F.R.C.C.
- zona con corte biológico

LEYENDA

- ▨ acuífero confinado
- ▧ acuífero granular
- acuífero mixto

TIPOS DE ACUIFEROS

VALLE DE ECUANDUREO
1951



Estos sedimentos lagunares se caracterizan por su impermeabilidad, lo cual impide la infiltración de las precipitaciones y limita la recarga vertical de los acuíferos profundos. Los cortes de los pozos no nos permite poner en evidencia un manto freático colgado cerca de la superficie (0.5 a 2 m), a pesar de que varias perforaciones en la depresión de Colesio nos lo haga pensar.

LA PLANICIE ALUVIAL

Consideramos como planicie aluvial, la parte Norte y Este del valle donde se encuentra el arroyo Quiringüicharo (ejidos de la Soledad y de Quiringüicharo).

La sucesión de capas sedimentarias y basálticas es similar a la planicie lagunar, capas a las cuales se añaden horizontes de gravas y gravillas de origen volcánica, que sean depósitos de piedemontes o fluviales. La composición de los sedimentos fluviales es generalmente propicia al almacenamiento de agua (tobas arenosas, arena volcánica, arenas de origen fluvial, gravas de composición basáltica) por su importante granulometría y su buena permeabilidad. Observamos la presencia de depósitos de piedemonte en esta sucesión de capas, como escorias, tezontle, gravas de basalto. Se pueden intercalar capas de arcilla impermeable en este conjunto favorable.

El estrato superior se compone de arcillas (4 a

12 m) de color negro y poco permeables.

La recarga del acuífero granular, se hace principalmente a través de los derrames basálticos provenientes de los relieves volcánicos circundantes y poco por infiltración.

EL PIEDEMONTE Y EL CERRO

Esta unidad se sitúa alrededor de la planicie y en la parte baja de los cerros. Integrada por unidades detríticas (aglomerados formados de grava y vidrio volcánica consolidado o no, gravas y boleos aglomerados, empacados en escorias, tobas arenosas) y derrames basálticos, presenta cambios de permeabilidad según el grado de consolidación de los conglomerados y la presencia de arcilla.

En algunas zonas, La Brisa (Colesio), Ucácuaro los derrames basálticos son particularmente importantes y muy cerca de la superficie (2 a 9 metros). Representan un espesor considerable hasta los 135 m, donde aparece una capa de toba arenosa o de grava, antes de regresar al basalto. La capacidad de este acuífero basáltico parece importante.

En las partes más altas, se presenta una sucesión de rocas basálticas y andesitas basálticas que poseen una alta permeabilidad primaria aumentada por la fracturación. En profundidad observamos capas de arcilla con

inclusiones de rocas volcánicas (a los 50 o 145 m) y arcillas presentando una litificación adelantada, así como tobas arcillosas.

gastos de extracción

No disponemos de los datos de aforos de todos los pozos, en el Cuadro No. 12 se relaciona el gasto de extracción con el tipo de acuífero que hemos determinado anteriormente.

El gasto mayor reportado es de 127 lps para un pozo de 200 m, ubicado en la orilla sur de la laguna, en el potrero de La Brisa (ejido El Colesio), beneficiando de un acuífero mixto (granular y fracturado). Los gastos más bajos reportados son de 16 lps y 16.9, para pozos de respectivamente 175 y 160 m de profundidad en los ejidos de Tinaja de Vargas y Ecuandureo. En estos casos, es poca la cantidad de agua obtenida para una zona de riego.

Consideramos que los acuíferos fracturados son los más productivos y duraderos. Sin embargo, en el valle de Ecuandureo, los pozos que cuenten con acuíferos granulares y mixtos presentan un buen gasto.

características físico-químicas del agua y origen de los flujos

Los datos de la SARH (1980), nos permitieron definir flujos

de proveniencia regional, subregional, sublocal y local (ver mapa No. 4). Los flujos regionales y subregionales garantizan una alimentación continua de ciertos acuíferos del valle. De hecho consideramos que el efecto de la pluviometría local sobre la reserva disponible no se hace sentir. Sin embargo, si la extracción en la zona es mayor a la aportación de diferentes flujos es normal observar una baja de los niveles freáticos.

El plan no es homogéneo, la calidad de las tierras difieren y por consecuencia su explotación también:

- las tierras fértiles que pueden ser de humedad o bajo riego.
- las tierras salinas o sódicas ubicadas esencialmente en la laguna no permiten buenos rendimientos.
- las tierras inundadas en temporada de lluvia, con o sin salinidad, el cultivo es muy arriesgado.

Las primeras están reservadas a cultivos comerciales: en temporal, el sorgo ha reemplazado el maíz marginalizado (excepto el elote) hasta 1991; el riego ha favorecido el desarrollo del cultivo de trigo y luego de las hortalizas (jitomate, tomate, calabacita, pepino, cebolla, repollo, etc).

Las tierras salinas y/o sódicas que no están cultivadas sirven de pasto para los rebaños de cabras. Ensayos de recuperación del suelo se realizaron sin mucho éxito.

CUADRO No. 12 RELACION DE GASTOS DE EXTRACCION, NIVEL ESTATICO Y DINAMICO Y TIPO DE FORMACION

POZO	P Per.	L Col.	GASTO	Fecha	NIVEL ES.	NIVEL DIN	Fecha	tipo de acuífero
	m.	m.	lps			metro		
Q1	160	36	65.52	abr 77	5.5	6.25	abr 77	
					11.12		may 90	
Q3	180		61.74	1978	4	47	abr 78	
					10.78		may 90	
Q4	160		88.7	jun 78	6	7.53	jun 78	
					11.81		may 90	
Q5	350				17	45	1980	
					26.55		may 90	
Q6	201	69.25	81	ene 85	10.5	34.45	ene 85	G
					8.37		may 90	
Q7	200		100	Feb 84	7		feb 84	
					10.12		may 90	
Q8	163	86.55	86.45	ene 85	9.8	18	ene 85	M
					12.87		may 90	
F 1	190	100	42		45	>90	may 90	F
F 2	180	98.43	94	dic 86	27.65	33.7	dic 86	F
					31.52		may 90	
F 3	180		88	sep 86	44.3	52	sep 86	
					48.23		may 90	
E1	160		31	1978	0	95.6	1978	
E2			92.5		2	57	1978	
					37.53		may 90	
E3	160		23		5	75	1978	
E4	200		62.25	1979	4.95	65	1979	
						30.05	may 90	
E5	160		16.9		3	83	1979	
E6	60				6	62	1979	
			30	1990				
F1	170		65		2	52		
F2	110.5	90	43.12	jun 84	14.69	78.1	jun 84	M
F3	200				17.43		may 90	F
U1	160		90	1983	8.7	30	1983	
U2	173		75	1983		35	1982	M
S1		24			7.4		1986	
					7.97		may 90	
S2		75	70		8.6		1986	
					9.34		may 90	
S3	250	75	70		8	48		G
C1	200		90	abr 90	32	90	1989	
C2	200		80	abr 90			1989	F
C3	200	30	127		0.6	5.6	1989	M

SJV1	87		40	1980	0.35	42	
SJV2	81		80	1980			
SJV3	100			1973			
SJV4	120		60	1984	1.44	66.5	
SJV5	49		64	1984			
SJV6			36				
SJV7	90	70.15	58	1981			
SJV7'	180		64	1986			
SJV8			64	1986			
SJV9	90		50	1982			
SJV10			120	dic 89	20	38.7	dic 89
TV1	100	40	37	1981	6.5	49	
TV2	95		27	1972	9.15	27.5	
TV3				1973	23		1990
TV4	175		16	1987	70		
TV5	186	100	50.4	1984	45		
RG1	200		55				
RG2	174		29				
RG3	174		18				
MA11	120		109	1979	2.5	11	
MA12	200		100		1	110	jul 90 M
MA13	200	160	73.7	feb 91	4.8	127	
M1	148	80	95	may 88	6		mayo 88
M2	186	111		1987	4	90	mayo 88 M
M3	194	47			13	24	dic 89

F: acuífero fracturado

G: acuífero granular

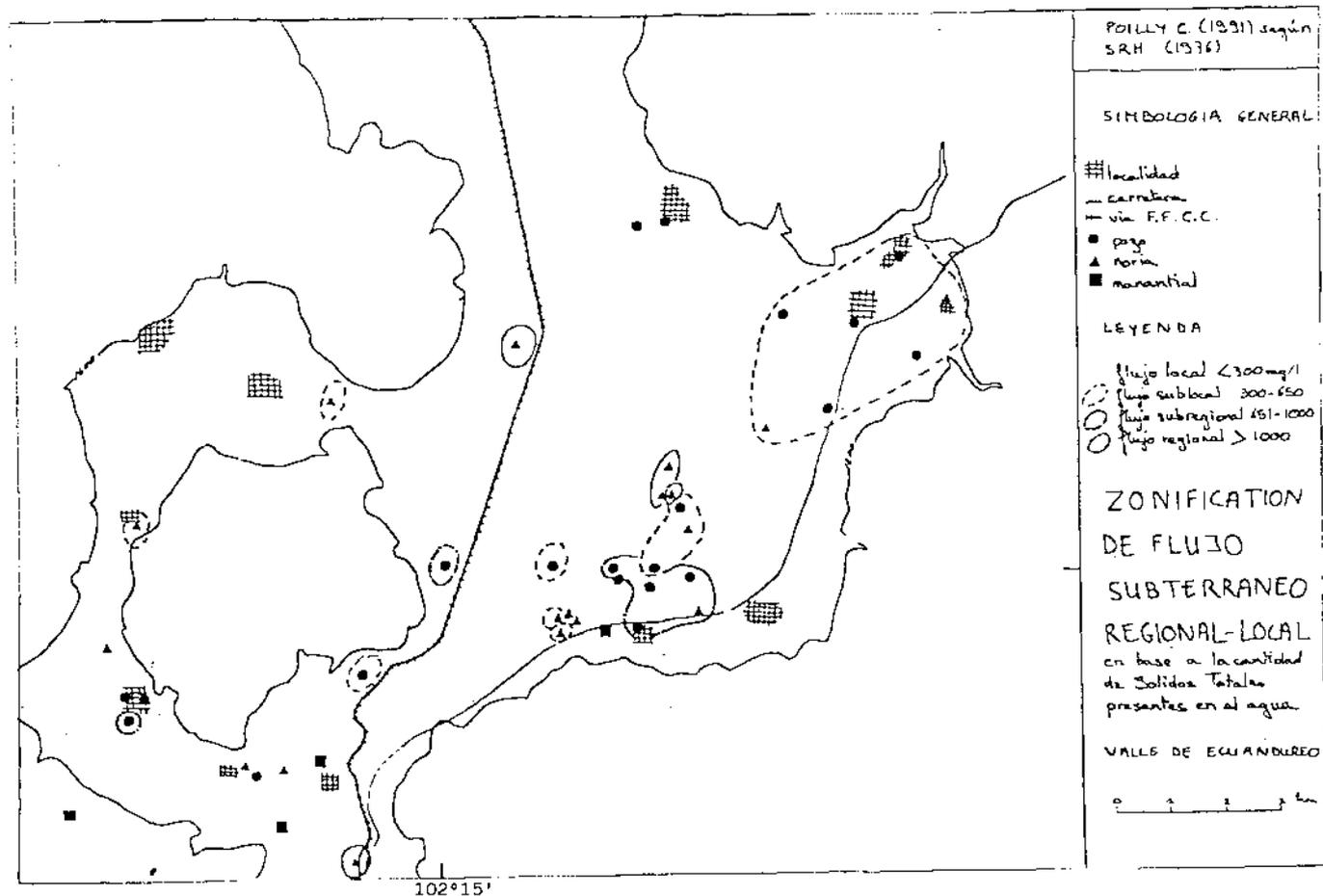
M: acuífero mixto

Fuente: Datos de aforos (SARH), medidas piezométricas (SARH y POILLY C)

CUADRO No. 12 ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL AGUA DE POZOS, MANANTIALES Y NORIAS

Clevo	Tipo	Temperature en C°	STD ppm	Na ppm	SO4 ppm	Cl ppm
1p	pozo		800			
2n	noria		840			
8n	noria		1025			
12n	noria		115			
13m	manantial		117			
14p	pozo		142			
15n	noria		142			
18m	manantial	23	175	32	36.42	9.86
17n	noria		175			
18n	noria	23	500	65.6	28.81	10.83
19n	noria		335			
20n	noria		295			
21n	noria		1200			
22p	pozo		295			
23p	pozo		285			
24p	pozo		350			
25p	pozo		350			
26n	noria		350			
27p	pozo		500			
29p	pozo		420			
29n	noria		420			
30p	pozo		420			
32p	pozo		420			
33p	pozo		420			
34n	noria		100			
35n	noria		1200			
38p	pozo		1100			
37n	noria		1100			
38p	pozo		1100			
39n	noria		1100			
40p	pozo		1100			
41p	pozo		275			
42p	pozo		400			
43p	pozo		1000			
44p	pozo		1000			
45p	pozo		370			
48m	manantial		1300			
47m	manantial		2700			
48m	manantial		840			
49n	noria		700			
53p	pozo	34				
69p	pozo		308			
71p	pozo		807			
72n	noria		260			
73n	noria		270			
74n	noria		319			
75n	manantial		250			
76n	noria	19	240	23	78.84	35.45
77m	manantial	22	280	8.2	78.84	17.72

MAPA No. 4 ZONIFICACION DE FLUJO SUBTERRANEO REGIONAL-LOCAL. VALLE DE ECUANDUREO



POILLY C. (1991) según SRH (1976)

SIMBOLOGIA GENERAL

- # localidad
- carretera
- vía F.F.C.C.
- pozo
- ▲ noria
- manantial

LEYENDA

- flujo local $< 300 \text{ mg/l}$
- - - flujo sublocal 300-650
- · · flujo subregional 651-1000
- flujo regional > 1000

ZONIFICACION DE FLUJO SUBTERRANEO REGIONAL-LOCAL

en base a la cantidad de Sólidos Totales presentes en el agua

VALLE DE ECUANDUREO



102°15'

Los suelos inundables están también conservados como pasto para no arriesgar una inversión en el cultivo, en las parcelas que están fuera del vaso de la laguna, las inundaciones no son anuales pero los riegos de pérdidas no motivan el cultivo. Estas zonas pueden ser trabajadas en invierno bajo riego (ejemplo: San José de Vargas).

LA LOMERIA

Los vertientes de los cerros tienen pendientes variables, presentan un suelo delgado formado de depósitos de piedemonte, en general pedregosos. A veces se encuentra a poca profundidad una capa de tepetate que las raíces de los cultivos no pueden atravesar. La vegetación natural ha retomado sus derechos después del abandono de los ecuaros; es de tipo matorral subtropical caracterizada por arbustos espinosos (mezquite Prosopis sp, huizache Acacia albida, cazahuate Ipomea sp), cuyas hojas y frutas pueden ser comestibles para los animales. La estrata herbácea está compuesta de diversas variedades de gramínea y en temporada de lluvia se encuentran labiáceas y composáceas. Durante la estación seca, este matorral sirve de agostadero para los animales.

Este agostadero está interrumpido por parcelas cultivadas de 0.5 a 1 ha de superficie, trabajadas a mano en la mayoría de los casos, debido a la topografía y a la pedregosidad. Estas parcelas están destinadas a completar

la producción familiar para el autoconsumo en maíz, y algunas veces frijol o calabaza. Estas tierras ejidales tienen un uso indiviso, la asamblea ejidal puede otorgar a ejidatarios el derecho anual de cultivar un ecuaro, estas parcelas se han prestado también a campesinos de comunidades más pobres; sin embargo la superficie trabajada de esta manera se ha reducido ampliamente desde los años cuarenta (en Ecuandureo, toda la lomería estaba cultivada): el control de las inundaciones que libera las tierras de la planicie, la aparición de cultivos más reutilizables que el maíz y la migración de la mano de obra determinaron el fin de este duro trabajo.

La parte de las vertientes entre 1600 y 1550 m tiene tierras más profundas y las pendientes, inferiores a 5%, pueden ser cultivadas. En algunas comunidades, el riego ha alcanzado estas tierras (en Quiringuicharo, Colesio, San José de Vargas).

EL MONTE

A partir de los 2000 m, la cima de los cerros conserva su vegetación natural de bosque de encino, pero degradada. Esta zona es muy difícil de acceso y poco utilizada como agostadero.

Estos tres elementos del paisaje no están repartidos entre las comunidades de manera equitativa, ciertos ejidos

o pequeños propietarios se benefician de la mayoría de las tierras del plan y pueden carecer de agostadero; otros no disponen de buenas tierras de cultivo en la planicie (ver cuadro a continuación).

REPARTO DE LAS TIERRAS ENTRE COMUNIDADES POR
LA SECRETARIA DE LA REFORMA AGRARIA

Comunidad	N° de Productores	Superficie Temporal	Riego	Pecuaría	Total
QUIRINGUICHARO	209	637	460	700	1797
QUIRINGUICHARO pp	30	272	0	23,5	295,5
EQUANDUREO	209	1475	384	1415	3274
EQUANDUREO pp	65	1217	0	930	2147
LAS FUENTES	57	350	82	200	632
UCACUARO	100	500	34	905	1439
UCACUARO pp	7	131	30	0	161
SOLEDAD	151	965	64	30	1060
EL COLESIO	150	700	100	683	1483
TINAJAS DE V.	147	626	88 humedad	2003	2717
SAN JOSE DE V.	152	447	34 humedad	805	1286
PUERTA DE V.	65	256	30 humedad	751	1047
RINCON GRANDE	82	350	210	343	903
RINCON GRANDE pp	79	341	0	124	465
MAJADAS	40	100	100	215	415
MAJADAS pp	9	57	0	30	87
MARAVILLAS	77	310	0	460	770
MARAVILLAS pp	20	42	0	20	62

FUENTE: SARH, SRA.

4. RESULTADOS

El Bajío no es una entidad homogénea; distinguimos regiones cuyas características naturales y socioeconómicas difieren. Se divide además en zonas de temporal y en zonas de riego, el acceso al agua y la presencia de una infraestructura hidráulica son factores esenciales de diferenciación de la agricultura en esta región.

Ubicada en el noroeste del Estado de Michoacán, el valle de Ecuandureo es parte de un medio fisiográfico propio del Bajío Michoacano. Pertenece a las regiones de temporal porque no está incluido en uno de los distritos de riego que lo rodean; sin embargo beneficia obras hidráulicas de poca amplitud que vienen a modificar las condiciones naturales de la agricultura y ocupan un espacio reducido pero específico en el paisaje. En el corazón del Bajío, este valle nos ayudará a entender el entorno de una pequeña zona de temporal y sus condiciones de desarrollo en una región tradicionalmente agrícola.

Este altiplano comprendido entre los 1500 y 2000 msnm, se beneficia de un clima semi-cálido subhúmedo con precipitaciones anuales que varían entre 500 y 800 mm repartidos en cuatro meses del año, a partir de junio.

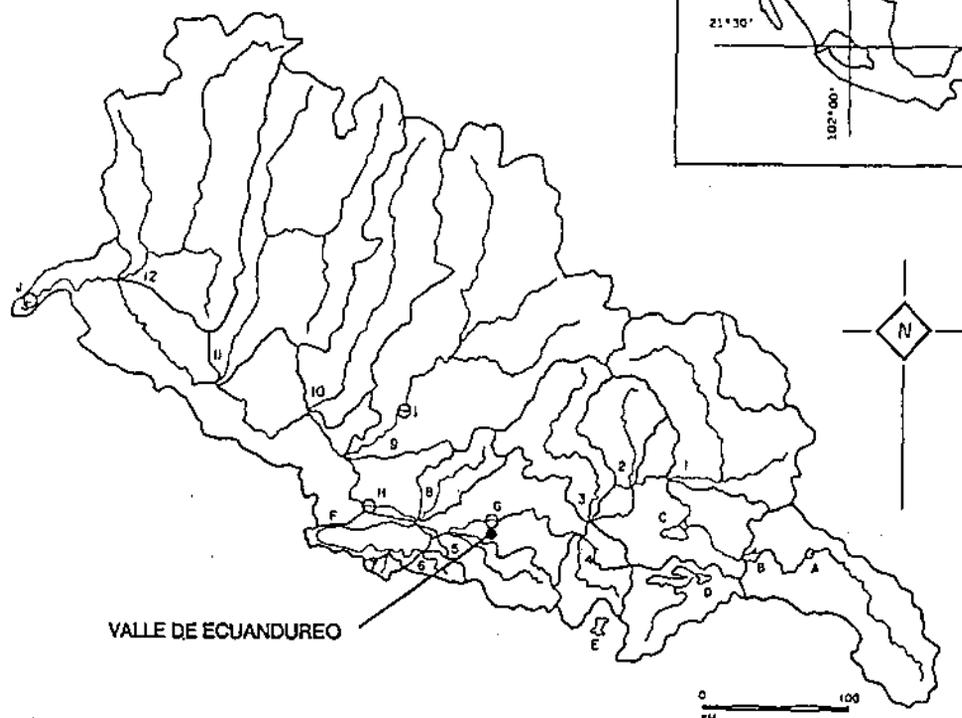
El conjunto del Bajío es drenado por el río Lerma y sus afluentes que conocen un alto grado de deterioro ecológico. Este largo río nace en las montañas del Ajusco (Estado de México) y atraviesa las ciudades de Salamanca (Guanajuato), La Piedad y Yurécuaro (Michoacán) antes de desembocar en el lago de Chapala (Jalisco) (ver mapa No. 5). A lo largo de estos ríos se han construido numerosas obras hidráulicas con fines de uso doméstico e industrial, de producción de energía y sobre todo de irrigación.

Las condiciones edafológicas del Bajío son generalmente favorables. En término general la región se beneficia de suelos relativamente homogéneos y fértiles de los cuales el principal es la "tierra negra", este vertisol es el mejor factor de producción en la agricultura del Bajío y el más famoso.

4.1 La Ciénega de Chapala: una agricultura de riego con futuro compromi so

La Ciénega de Chapala tiene una agricultura diversificada y el riego es un factor importante de tal diversificación, pero en los últimos años el crecimiento de las áreas cultivadas se ha estancado y aún más se notan tendencias de disminución. Esta región está más orientada a la producción lechera que puede ser altamente tecnificada para ciertos productores. Las parcelas son generalmente grandes y mecanizadas, allí se cultivan los forrajes.

MAPA N. 5 HIDROGRAFIA DE LA CUENCA DEL RIO LERMA-CHAPALA-SANTIAGO.
LOCALIZACION DEL VALLE DE ECUANDUREO



ESTACIONES HIDROMETRICAS

- A Tepuxtepec
- B Solís
- C Yuriria
- D Cuitzeo
- E Páizcuero
- F Chapala
- G Yurécuaro
- H Corona, Atequiza, Zapotlanejo
- I La Cuña
- J Yago

SUB-CUENCAS

Lerma	Chapala	Santiago
1 Laja	6 Duero	9 Verde
2 Guanajuato	8 Sahuayo	10 Juchipila
3 Turbio	7 Pasión	11 Bolaños
4 Angulo	8 Zula	12 Huaynamota

- PARTEAGUA
- ARROYOS

FUENTES : PLAN LERMA ASISTENCIA TECNICA.

granos básicos (trigo, sorgo) como en el Bajío Guanajuatense. El cultivo de cártamo (oleaginoso) se encuentra todavía presente en la región. Beneficia en cuanto a los cultivos "de jugo" (en terrenos que conservan la humedad necesaria para una siembra de otoño) tanto en la proximidad del lago de Chapala como de las cienegas.

El Bajío Michoacano parece equilibrarse entre dos polos económicos: Zamora y La Piedad. Los valles de Zacapu, Ecuandureo y Tangancicuaro, de mucho menor extensión, dependen de estos centros agrícolas y agroindustriales.

4.1.1 Una agricultura comercial y agroindustrial reservada a los empresarios

La agricultura del Bajío zamorano ha evolucionado fuertemente en el transcurso de su historia, gracias a las obras hidráulicas que permitieron el control del agua.

Desde siempre, la agricultura del valle de Zamora, limitada antes y durante la Colonia por lagunas y pantanos, ha tenido que adaptarse a sus condiciones ecológicas.

Desde 1984 la organización de la producción de fresa es muy estricta, la asociación de productores de fresas de Zamora otorga y controla los permisos de explotación. Los otros valles irrigados del Bajío Michoacano no pueden lanzarse a este cultivo remunerador pero muy costoso, lo cual implica un factor de diferenciación entre los productores. Por otra parte, Zamora es el mercado de

frutas y legumbres regional para estos valles y los campesinos no tienen muchas opciones de venta y acuden a este mercado o a intermediarios de Guadalajara o México.

Desde la aparición de las huertas de fresa, la región de Zamora atrae mucha mano de obra, tanto para el trabajo agrícola como para las industrias y servicios que de ésta dependen. Para las labores de huerta, esta fuerza de trabajo es principalmente femenina, pero los niños representan un gran parte. Proviene de campiñas vecinas menos favorecidas o algunas veces de regiones más alejadas. El cultivo de la fresa y su agroindustria aumentan el flujo de inmigrantes cotidianos temporales o permanentes. En temporada baja, las industrias de acondicionamiento (congelación, transformación en mermeladas, etc.) son rentables gracias a las producciones importadas de otras regiones (mangos, piña, etc.) A pesar de todo, el Bajío Zamorano no tiene la capacidad de integrar a la totalidad de la mano de obra disponible. La emigración hacia los Estados Unidos, se acentúa en función de las crisis regionales y de los contratos de "braceros" establecidos con el rico vecino. Además, el aumento de los costos de producción impide a gran número de agricultores poner en marcha cultivos comerciales. Estos se encuentran entre las manos de agricultores privados más que de ejidatarios. El resultado de esta diferenciación es la acentuación del fenómeno de arrendamiento de las tierras ejidales, de proletarianización

y de emigración.

En zonas de cultivo de temporal (pluvial), las opciones de desarrollo de la agricultura han venido decreciendo. El sorgo (aparecido después de los años 1950) vino a reemplazar al maíz, a partir de 1965 y hasta estos últimos años, por su mejor rentabilidad por hectárea. Sus funciones son muy distintas puesto que no es para autoconsumo de la unidad de producción. El grano es vendido a las grandes ganaderías o a mayoristas, en vista de su transformación en carne de cerdo. También provee menos paja para los animales, a excepción de variedades largas "purepechas" y no sirve más que en caso de escasez de la caña de maíz. El maíz, por su alto costo en mano de obra durante su cosecha y su ganancia irrisoria es apenas interesante para el consumo familiar.

4.1.2 La Piedad: las granjas porcícolas consumidores de sorgo y su radio de acción

Más cerca del Bajío Guanajuatense que de la parte zamorana, La Piedad de Cabadas tiene un impacto sobre toda esta región agrícola. La ciudad de La Piedad es un centro de porcicultura intensiva cuya influencia es importante para toda la región. La producción de puercos se extiende a La Barca y Atotonilco (Jalisco), a Pénjamo y Abasolo (Guanajuato) y Zacapu (Michoacán) mientras que la de lechones y de alimentos destinados a la ganadería

se encuentra más alejada del centro.

La Piedad es el centro productor nacional de carne de puerco, lo cual significa que es un importante centro consumidor de granos. De hecho, transforma la mayoría de la producción de sorgo de la región.

4.2 Administración regional del agua: planes y realidades

La administración del agua y de la tierra en la agricultura mexicana se caracteriza por un fuerte centralismo del gobierno federal, una desigualdad entre productores y regiones, así como una sucesión de políticas, programas y planes, haciendo difícil una utilización racional de estos recursos naturales. El Bajío, incluido en la cuenca del Lerma, no escapa a estas características.

4.3 Balance ecológico y técnico de las obras hidroagrícolas

4.3.1 extracción de agua y consecuencias sobre la hidrología local

Las obras hidroagrícolas han tenido consecuencias sobre la disponibilidad actual en agua. El drenaje del valle favorece la baja del manto freático en la depresión de Colesio y sus alrededores y la explotación de los pozos ha implicado una baja notable de los niveles piezométricos. Las aguas broncas que se vertían en el embalse natural de la laguna, se juntan ahora en el dren Colesio para desembocar hasta el río Lerma. El caudal del dren Colesio no es muy importante, no desequilibra el balance

hidrológico del valle, en efecto según el distrito de riego de Yurécuaro pasan por el puente de Cieneguitas 2600 lts de agua diario (en promedio) durante la temporada de lluvia y en la estación seca, fluyen 340 lt/día (se busca reciclar los excedentes del riego sin lograr eliminar las pérdidas). Son unos 300 a 400 m³ anuales que salen de la zona por esta vía. La red de drenaje tiene otra consecuencia más notable sobre el nivel del manto superficial, las precipitaciones infiltradas se dirigen hacia la salida del valle y ya no se quedan en los primeros metros del suelo. No tenemos estudios de los niveles piezométricos en el valle anterior a 1970 para poder definir directamente las consecuencias del drenaje, pero se encuentran datos que nos permiten evaluar los efectos de la extracción de agua subterránea sobre estas reservas. El reemplazo de las presas y de las cajas por pozos profundos ha permitido incrementar la superficie regada en el valle de Ecuandureo, pero se acrecentó fuertemente el consumo en agua. Las últimas cajas dejaron de funcionar a principios de los años setenta y ya no almacenan 1500 a 10,000 m³ de agua por hectárea cada temporada de lluvia, lo cual podría representar unos 1'300,000 m³ anuales. Este volumen constituye una décima parte de la extracción necesaria para regar actualmente unas 1110 has de trigo, 420 has de hortalizas, 200 ha de frijol y 200 ha de garbanzo. En 1990-1991 son casi veinte millones de m³ de agua que se bombean en los pozos del valle de Ecuandureo.

La evolución de los niveles piezométricos demuestra la sobreexplotación de los recursos. Después de la recompilación de datos de aforo realizado después de una perforación (niveles estáticos y dinámicos, gasto), nos propusimos conocer la evolución de los niveles estáticos en el valle. Efectuamos mediciones en una docena de pozos y determinamos una baja de 50 cm en promedio del nivel estático del agua en los pozos controlados, este dato esconde una gran diversidad porque se encuentran bajas de 10 cm a 3 m. Las situaciones más críticas (entre 1 m y 3 m) aparecen en el piedemonte al Sureste del valle de Ecuandureo, en pozos perforados desde hace unos 10 a 12 años y que riegan 50 a 130 ha anuales. El dato máximo corresponde a un pozo de la planicie que se encuentra en mal estado y presenta probablemente defectos de construcción, este valor se tomará con precauciones (sin este valor, el promedio se vuelve 40 cm anuales). Comparando estos datos con el estudio del Dr. Arranda Gómez, nos encontramos muy abajo de los abatimientos encontrados en Abasolo, Aguascalientes, Celaya, Irapuato, Silao y Querétaro de 1 m a 5 m anuales. Sin embargo, la situación merece ser tomada en serio y mediciones anuales después de la temporada de lluvia (en octubre y noviembre) se tienen que planear para tener un seguimiento anual del nivel de abatimiento de los pozos y evitar el agotamiento de las reservas subterráneas de agua, con las consecuencias que se han

notado en la planicie de Morelia, compactación definitiva de los acuíferos y hundimiento de los terrenos.

Los ojos de agua que brotaban solos fueron agotándose, mientras se invertía en pozos que extraen una cantidad similar de agua, pero con costos elevados en funcionamiento y amortización. En algunos casos, los pozos redistribuyen el agua, ya que permiten a sus beneficiarios utilizar el agua subterránea a costo de los antiguos usuarios. Además, se empieza a notar una competencia entre pozos según su localización y su profundidad. El agua pertenece entonces a los que tienen medios para perforar pozos.

Por ejemplo, el manantial de La Alberca permitía regar cerca de 100 has en las tierras de Estancia de Gómez, Ucácuaro y Colesio (hasta 400 has durante la Hacienda con riegos parciales), después de la perforación de un pozo con un gasto de 100 lt/seg ya no se usa para regar.

La permanencia y el desarrollo de la agricultura de riego pasa por la economía del agua y un buen reparto entre comunidades para que no se realice una explotación inconsiderada de los recursos.

4.3.2 irrigación y sistema de producción

En un sistema de producción originalmente de temporal, la aparición del riego modifica la organización tanto a nivel espacial (parcelario) como temporal (calendario

de trabajo, ciclo de cultivo). Los cambios pueden ser drásticos en la estructura de la explotación (mecanización, uso y propiedad del suelo, gastos e ingresos familiares, influencia sobre el poder de decisión, estrategias de reproducción). La diferenciación entre sistema de producción lejos de desaparecer, tiende a incrementarse.

En el valle de Ecuandureo, el sistema de producción se caracteriza por el cultivo de maíz y de sorgo. Cuando ambos cultivos están llevados a cabo en una misma unidad espacial, es decir una parcela ubicada en el plan, podemos considerar que estos dos cultivos pertenecen a un mismo sistema de cultivo: la parcela del campesino se comparte para permitir un cultivo de venta (el sorgo) y otro de autoconsumo (el maíz). Al contrario cuando se cultivan en terruños diferentes, el maíz está alejado hasta los agostaderos y tenemos dos sistemas de cultivo distintos.

La cría de animales determina un sistema de producción específico donde la ausencia de tierra es compensada por el uso de los indivisos (agostaderos y monte) y una capitalización en cabezas de animal (chivas en general, vacas en algunas ocasiones). Cada unidad de producción cría algunos animales domésticos (aves, vacas, caballos, cerdos, etc.) y representan una parte más o menos importante en el autoconsumo y el presupuesto familiar.

Una rápida presentación de estos sistemas de producción era indispensable antes de analizar el impacto del riego.

A través de la descripción de los usuarios y de su papel en la agricultura local, tendremos elementos de comprensión sobre los diferentes sistemas de producción que utilizan el riego.

Numerosos productores aprovecharon las obras de riego realizadas en el valle de Ecuandureo. Sin embargo, la heterogeneidad entre los usuarios del agua es grande. Presentaremos a continuación una tipología de sistemas de producción que usan el riego, algunos ejemplos nos ayudarán a distinguir cuatro grupos de productores con sus estrategias respectivas:

- una estrategia de capitalización y diversificación.
- una estrategia de estabilización y crecimiento.
- el apoyo de la doble actividad.
- hacia el abandono del riego.

UNA ESTRATEGIA DE CAPITALIZACION Y DIVERSIFICACION

Estos sistemas de producción se caracterizan por disponer de una importante superficie cultivada y los productores son dueños de una infraestructura de riego que permite intensificar el uso de las tierras; los grandes propietarios diversificaron sus ingresos: estas unidades de producción están complementadas por una actividad de comercio y de servicio en el valle y disponen de propiedades agrícolas en otra región (en el norte del país) o inversiones en el inmobiliario, además participaron

a diversos niveles en la política.

Los grandes propietarios, élite económica y política del valle, cultivan hasta 300 has. En un caso, la superficie trabajada es de 30 has., pero está totalmente bajo riego. La mayor parte de la superficie que trabajan es de su propiedad, algunos disponen de una parcela ejidal (al nombre de una persona de la familia) o rentan tierra a los ejidatarios. Una de las unidades de producción, la de 30 has. de superficie, está dirigida por un gerente mientras el propietario se dedica a la política fuera del municipio. Heredero de la Hacienda o mediero enriquecido, el gran propietario dispone de uno o varios pozos autofinanciados o pagados con créditos privados. Su infraestructura de riego le permite regar desde la cuarta parte hasta la totalidad de sus tierras. El agua sobrante se vende a ejidatarios o a pequeños propietarios vecinos. Los derechos de agua están otorgados anualmente, a cambio de una cuota por riego y por hectárea o del 20% del beneficio del cultivo. El agua puede ser regalada a algún compadre o familiar, también hemos encontrado el caso de un pozo puesto a disposición de un grupo de ejidatarios. La venta del agua o su préstamo tiene ventajas económicas y políticas para los propietarios, aumenta su influencia sobre sus productores vecinos.

Los cultivos privilegiados son los comerciales: trigo u hortalizas (jitomate, tomate, pepino, hasta camote

con un ensayo) en invierno. De temporal se puntea el sorgo. Desde 1990 con el alza de su precio de garantía, el frijol destinado a la venta se cultiva tanto de riego como de temporal. Un agricultor de este grupo añade plusvalía a sus granos (sorgo y trigo) a través de una cría intensiva de cerdos (2000 animales salen de la granja anualmente). Además se convierte en el comprador más cercano para los granos como sorgo y trigo. Cultiva la más grande parcela de alfalfa encontrada (3 a 4 ha). No se siembra mucho forraje de riego y las parcelas donde se produce son chicas. El riego ha permitido intensificar el uso de las tierras en estas unidades de producción e incrementa el poder de los grandes propietarios en el valle. Los grandes propietarios son los únicos que disponen de un capital suficiente para garantizar su explotación contra los riegos de producción y de comercialización. Tienen regulares a altos niveles de rendimiento y por su capacidad de almacenamiento y de transporte, disponen de una gran ventaja en los mercados de producciones agrícolas como de insumos.

Los agricultores de mayores ingresos no son únicamente cultivadores, son empresarios y propietarios de bodegas (en el valle y/o en la región), maquinaria, camiones, etc. Lo cual les permite comprar grano (trigo esencialmente) vender insumos (fertilizante, productos de tratamiento y semilla) y maquilar. Ofrecen servicios con sus trilladoras

y sus camiones de carga, además de proporcionar el agua para regar, por lo tanto su actividad en el campo no se limita a su unidad productiva y tienen influencias sobre numerosas otras unidades presentes en valle.

Las unidades de producción enriquecidas con el riego son las que requieren de la mayor cantidad de mano de obra permanente y jornaleros. En una zona sin fuentes de trabajo estables, estas unidades productivas emplean 25 trabajadores en total, mientras requieren de más de 50 jornaleros en período de siembra o de cosecha durante uno a dos meses.

Ahora bien, es en su actividad política que pueden tener el mayor impacto sobre la agricultura local, atrayendo subsidios, facilitando créditos o autorizaciones para perforación de pozo. En efecto según sus relaciones y su posición, el gran propietario puede ejercer cierta influencia sobre el reparto de los presupuestos a nivel del municipio o de las comunidades y fomentar proyectos de desarrollo en el valle. Que sea a nivel local como presidente municipal, como a nivel regional o nacional como diputado, la política y demás actividades dan a los grandes propietarios una visión regional y nacional que les permite asegurar su poder económico y social en el valle.

UNA ESTRATEGIA DE ESTABILIZACION Y CRECIMIENTO

Estos sistemas de producción disponen de un tractor

propio o pertenece a un grupo de crédito que se compró uno, los productores son ejidatarios y/o pequeños propietarios, además en todos los casos excepto uno, rentan las tierras.

La maquinaria de la cual son dueños es signo de cierto grado de acumulación. Les permite trabajar sus tierras con más libertad según su propio calendario de trabajo y pueden incrementar la superficie cultivada. Rentan tierras a los ejidatarios vecinos o a los pequeños propietarios (en el caso del sistema de producción situado en una comunidad sin ejido); tenemos un ejemplo de ejidatario que renta hasta 60 has. de temporal para cultivar sorgo y 10 has. de riego que siembra de hortalizas. Aparte de la renta, existen asociaciones entre productores, uno aporta el capital y parte del trabajo, mientras el otro mete su tierra a disposición y participa en el cultivo. A excepción de dos ejidatarios, todos son propietarios de una superficie que va de 1 o 2 has. en la lomería hasta 45 has. en el plan. La superficie trabajada en estos sistemas de producción rebasa las 10 has. y para dos ejidatarios/pequeños propietarios las 50 has. En el ejido estos productores pueden aprovechar los indivisos si tienen animales (chivas).

Estos sistemas de riego se benefician de una infraestructura de riego comunitaria, construida gracias a un programa de financiamiento oficial y una cooperación.

El manejo del riego depende de una organización colectiva que no puede siempre dar un servicio óptimo al individuo. Contrariamente a los grandes propietarios, no rigen el reparto del agua, sino deben seguir la voluntad del grupo de riego.

La proporción de superficie regada excede raramente la cuarta parte de la explotación, empero, son presentes cultivos intensivos como las hortalizas (jitomate, tomate, repollo, calabaza, etc) y en ellos algunos de mucho cuidado (chile, por ejemplo).

La explotación familiar no requiere de mano de obra permanente, excepto cuando se crían animales (los productos se descargan de parte del cuidado de los animales), emplean peones según en época de fuertes necesidades de trabajo.

Puede ser que la actividad agrícola se complemente con una actividad pecuaria, por ejemplo la engorda de toritos y la cría de cabras para la leche aparecen como alternativas de crecimiento para la unidad productiva. Sin embargo, se necesita cierto nivel de capitalización y la superficie suficiente para asegurar la alimentación a bajo costo del ganado.

En este grupo, existen sistemas de producción más capitalizados y que tienden a diversificarse. Hemos encontrado un dueño de camión que lo utiliza para transportar

cosechas hacia los mercados, en el valle o fuera de éste. Otro dispone de cuatro tractores y ofrece sus servicios en el ejido, además es co-proprietario de una trilladora (con un grupo de ejidatario) rentabilizada con la maquila. También está en este grupo el dueño de una pequeña tienda de agroquímicos en Zamora. Estos productores también buscan diversificar sus entradas de dinero, con la maquila, el transporte o el comercio, otra alternativa es incluir en el sistema de producción un sistema de cría importante (de 70 a 100 cabezas de becerros o cabras). Además, la emigración es otra opción de mejoramiento del presupuesto familiar, no son los jefes de explotación que emigran hacia los Estados Unidos, pero los hijos emigrantes siguen participando a la economía familiar.

Esta diversificación en las actividades e inicio de capitalización indica que este grupo de sistema de producción tiene tendencia en seguir una trayectoria paralela al grupo precedente, aún no al mismo nivel.

EL APOYO DE LA DOBLE ACTIVIDAD

Estos sistemas de producción se caracterizan por no ser una fuente de ingresos suficiente para mantener la familia, la superficie trabajada es reducida e insuficiente a pesar del riesgo. En efecto los productores, todos ejidatarios tienen que trabajar fuera de la unidad productiva. Son albañiles, electricistas, jornaleros, jubilados,

etc. y su actividad principal a nivel económico, se puede desarrollar fuera del valle: en la zona agrícola de Zamora o fuera de las fronteras. Además, sus hijos (varones o mujeres) tienen que traer ingresos a la casa hasta que fundan su propio hogar. En sus tiempos libres, estos ejidatarios trabajan sus tierras. En general, los horarios de trabajo (de 7 a 13 horas, o de 8 a 14 horas), permiten liberar el peón temprano y entonces duplica su jornada de trabajo para atender su propia parcela.

La superficie cultivada no es muy extensa, unicamente en dos casos rebasa las 10 has, pero entre la mitad y la totalidad de las tierras están bajo riego. Sin embargo este grupo también es heterogéneo y si algunos disponen de 7.5 has. de riego, otros no tienen más que 3.5 has. Si los primeros buscan algunas parcelas para rentar, los últimos rentan sus tierras a cambio de una entrada fija de dinero y cuando no hay dinero para invertir. Algunos tienen una pequeña propiedad o una superficie prestada por un familiar que no exceda las 4 has. y pueden totalizar una superficie satisfactoria.

Este grupo no cultiva hortalizas sino trigo, los campesinos no quieren arriesgar su inversión en el cultivo de riego y prefieren depositar su apuesta sobre un cultivo más seguro.

La ausencia de maquinaria propia o en común, perjudica estas explotaciones. El costo de renta de un tractor

es cada vez más alto y no existen créditos de avío para soportarlos hasta la cosecha. Además por su doble actividad, los campesinos no disponen de mucho tiempo para trabajar sus parcelas y la falta de tractor no facilita el ajuste del calendario de trabajo. En general, tampoco disponen de un tronco y lo tienen que rentar también.

A excepción de los ejidatarios que trabajan superficies de riego superior a la dotación en el plan (4 a 5 has, según los ejidos), estos productores no han empezado a capitalizar en su sistema de producción, su inversión en trabajo como en efectivo no es suficiente para sacarlos adelante. Se benefician de un sistema de riego ejidal, pero en la mitad de los casos, tienen que rentar su parcela a un productor más rico. Entonces el riego no resuelve los problemas de sobrevivencia de la mayoría de las familias, al contrario, crea déficit de tesorería.

HACIA EL ABANDONO DEL RIEGO

Disponiendo de una pequeña parcela de riego de menos de 1 ha. en la lista de los futuros beneficiarios de pozos, estos productores tampoco viven de su explotación. Son ejidatarios y tienen que buscar fuera de la explotación un complemento de ingresos, que encuentran en otra actividad en el valle o en la emigración hacia los Estados Unidos.

4.3.3 riego y parcela

La parcela es la unidad de manejo individual del agua para riego y el productor es el responsable de la eficiencia de la irrigación en su parcela. Aquí no hablaremos de la influencia de la organización comunitaria del sistema de riego. Del campesino depende la preparación del suelo para recibir el agua, el control de su repartición durante este proceso y la adaptación de las dosis al cultivo y al tipo de tierra. En el valle de Ecuandureo, se acostumbra el riego por gravedad que no se adapta bien a todas las condiciones. Cuando la tierra se ubica en la planicie, es más fácil obtener y conservar una superficie plana propicia a la irrigación. En algunos casos se requiere de una pala mecánica para aplanar la topografía (bulldozer). Cuando la parcela está en pendiente, la adaptación es más compleja: se pueden realizar terrazas, trabajo largo y costoso, o se hacen surcos perpendicularmente a la pendiente. El cuidado del riego debe ser mayor porque la erosión es de temer y tiene que ser controlada a tiempo. Según los ingresos del productor invertirá o no en trabajos de rehabilitación de su parcela. Si no es propietario, no se arriesgará a un fuerte gasto sin ser seguro de rentabilizarlo. En control del riego requiere de la presencia de por lo menos una persona, que va abriendo los surcos a medida que se llenen los primeros. En el plan cuando el terreno es regular no

se cumple siempre este requisito y durante la noche nadie "cuida el agua". Con la costumbre se sabe en cuánto tiempo se llena la parcela de agua y a qué hora hay que regresar para cerrar su toma o apagar la bomba del pozo. Si el terreno no es lo suficiente plano, pueden ocurrir inundaciones en los bajos, mientras que algunas partes no reciben el agua suficiente. La experiencia y las "recetas" generales permite evaluar la cantidad de agua necesaria por cultivo y adecuar el tiempo de riego. A pesar de todo, no se toma mucho en cuenta la calidad del suelo y se prefiere el exceso a la falta de agua. Es probable que haya lavado de los fertilizantes en los suelos más arenosos, es decir, gasto inútil en agroquímicos y contaminación de los mantos, habría que disponer de estudios específicos sobre este asunto antes de concluir con certeza. La estructura del suelo y la aereación de las raíces del cultivo pueden sufrir si se inunda la parcela durante mucho tiempo, ahí la sensibilidad del cultivo es variable (el frijol no soporta un riego "pesado").

El productor debe tener mucho cuidado en el manejo del agua en su parcela para aplicar los riegos necesarios sin gasto y sin dejar sufrir la planta.

4.3.4 las unidades de riego y gestión del agua

Unidades de riego y unidad de gestión del agua son dos términos cuya definición nos parece esencial para el buen entendimiento de este trabajo.

Cuando hablamos de unidad de riego, nos referimos a la obra física que permite la explotación del agua subterránea y su uso en las parcelas. Una unidad de riego se compone de un pozo, de un equipo de bombeo y de la caseta que protege la instalación eléctrica, de una pileta y de una red de canales que lleva el agua a las parcelas determinadas en un padrón. En la mayoría de los casos, se observa un canal principal de asbesto-cemento y canales secundarios generalmente de tierra, las tuberías son escasas y conciernen las obras más recientes. Desde el canal principal o el secundario, el campesino conduce el agua hasta su parcela. Cuando las parcelas regadas se ubican en altitud respecto al pozo, una línea de conducción permite llevar el agua, gracias a la impulsión de la bomba hasta una pileta situada en la parcela más alta.

La unidad de gestión del agua incluye la red física de riego, así como los usuarios y la organización que concerten la repartición del agua y el manejo de la unidad de riego. La gestión es fundamental tanto a nivel económico (cobro de los riegos, conservación de la bomba, pago de la energía) como a nivel social (gestión de los conflictos de intereses entre usuarios, control del uso del agua, participación a las faenas).

Unidad de riego (UR) y unidad de gestión del agua (UGA) son nuestros objetos de estudio y nos permitirán entender el proceso de desarrollo del riego en un grupo

de campesinos y las diferenciaciones entre comunidades que éste puede acarrear.

En su creación como en su funcionamiento y mantenimiento, las unidades de gestión del agua están regidas, excepto en el caso de los pequeños propietarios, por una organización colectiva, cuya cohesión determina el éxito del riego en la comunidad. La decisión de crear una unidad de riego se toma entre varios campesinos de una misma comunidad. Este grupo se viene coordinando para conseguir apoyo oficial a nivel financiero y técnico. Durante el funcionamiento de la unidad de riego, la cohesión entre los usuarios aparece también como esencial para un aprovechamiento eficiente de la obra y su conservación. Es a través del estudio de la vida útil de estas obras hidroagrícolas, que entenderemos la importancia de la organización colectiva en el desarrollo del riego: creación, funcionamiento y mantenimiento.

5. CONCLUSIONES

En cuanto a manejo y aprovechamiento del agua en la agricultura, el valle de Ecuandureo se integra plenamente al entorno regional y nacional. Ahí como en el resto del país, el Estado ha sido muy presente y ha tomado en mano el desarrollo del pequeño riego cuando las unidades productivas de las haciendas fueron desintegradas. Como se había hecho en el pasado con los terratenientes, no ha delegado a los productores el desarrollo del sector de irrigación, al contrario ha apoyado los ejidatarios sin reserva durante unos 15 años para incrementar la infraestructura de riego. Cuando se retira, deja un vacío que los ejidatarios buscan colmar con otros financieros pero aparecen también problemas de agotamiento de los recursos en agua y de reducción de las ganancias en la producción. Los grandes propietarios que beneficiaban de cierta capitalización pudieron recuperar una buena parte de los beneficios del riego: implementando sus propios sistemas, desviando recursos para su aprovechamiento, rentando parcelas. En cuanto a los pequeños propietarios, no reciben apoyo del gobierno y por falta de recursos propios están excluidos del acceso al agua, salvo excepción.

El riego implica un desarrollo económico diferencial

entre comunidades. En parte permite controlar y valorizar territorios peleados entre distintos campesinos y comunidades, pero su valorización se encuentra limitada por los conflictos entre comunidades y opciones de producción (ganadería y agricultura). Los conflictos entre comunidades para el control del agua y de la tierra pueden ser abiertos y violentos o indirectos, con cierta competencia para el acceso a financiamientos exteriores. Además sus impactos no están igualmente repartidos entre los productores y al contrario acarrear una diferenciación reforzada: pocos tienen acceso a los medios de producción suficientes y benefician de una buena posición frente a los mercados. De hecho el aporte del riego al desarrollo de la agricultura de temporal en Ecuandureo es parcial y no implica todos los beneficios que se podían esperar, además queda sometido a limitantes ecológicos y comerciales.

6. RECOMENDACIONES

Según las necesidades de las comunidades, con un manejo adecuado, se podría atenuar los altercados entre chiveros y agricultores, evitando que los animales vayan a destruir las siembras, cercando las áreas de pasto explotado. Además tendría como efecto de evitar un rápido deterioro de la red de drenaje lo cual beneficiaría a todos, siempre y cuando se reserve el acceso al agua para los rebaños.

El problema del salitre en las tierras de la laguna tiene soluciones técnicas pero requiere de seguir etapas indispensables y de una buena organización comunitaria. Los lavados de suelos requieren de un buen sistema de drenaje, así como de mejoradores para evitar la compactación de la estructura del suelo. El manejo del riego es delicado: en temporada de sequía el riesgo de evaporación y concentración de las sales en la superficie es importante. Por otro lado se tiene que conocer la calidad del agua del manto freático y analizar regularmente el agua de riego. La calidad de los fertilizantes empleados en los cultivos es de cuidar, por lo que pueden incrementar el problema de salinidad. Asimismo, la composición de los mejoradores y las cantidades de aporte se tienen que determinar en

base de análisis de suelo locales. Un estudio detallado se realizó para el ejido de Majadas en 1977, pero no se puso totalmente en práctica por las razones comentadas anteriormente.

De la misma manera, la mayor parte de la depresión de Colesio es una extensión de pasto cuyo uso sería valuable mejorar. Actualmente sirve más bien de agostadero de invierno para los rebaños de cabras y algunas cabezas de caballo de los ejidos de San José de Vargas, Tinajas de Vargas y Colesio esencialmente. La calidad del pasto no es homogénea en toda la superficie, el manejo de este recurso así como el grado de sodicidad del suelo son factores importantes de tal diferenciación. En los predios explotados de manera más intensiva por San José de Vargas se nota claramente una mejor calidad de pasto que en las tierras vecinas. Para aumentar la productividad del pasto natural es preciso realizar una explotación más racional del mismo, con la organización de rotaciones adaptadas a la vegetación y a la estación. A principios de la temporada de lluvia, cuando las tierras no tienen problema de anegamiento, se puede realizar una o dos explotaciones intensivas y en la temporada siguiente aprovechar otra. Trabajos del suelo podrían favorecer el lavado natural de las tierras así como el desarrollo de la vegetación autóctona aprovechable por los animales: verdolaga Portulaca spp, romerillo Sueda spp, zacate salado Distichlis spp, grama fina, garbancillo, mezquite

Prosopis juliflora, huizache Acacia spp. Otro medio para aumentar la productividad de la biomasa en esta extensión, y al mismo tiempo mejorar la calidad del suelo, es el manejo de nuevas especies de forraje. Sería conveniente sembrar antes de la temporada de lluvia algunas especies de pasto tolerantes a las condiciones edafológicas que dominan ahí. La alternancia de inundación y de sequía implica elegir especies resistentes a una o ambas condiciones agroclimáticas (Kochia scoparia, pasto Rhodes Cloris gayana, agropiro de penacho, agropiro trueno, agropiro alto). Las soluciones técnicas para un uso más intensivo del pastizal existen y tienen que ser compatibles con la lógica social y económica de aprovechamiento de este recurso.

7. LITERATURA CITADA

- 1.- ACEVES NAVARRO E. 1988. Uso y manejo del agua en la agricultura mexicana. Comercio Exterior. vol. 38, núm. 7. México. pp 570-577.
- 2.- ALVARADO GONZALEZ H. 1978. Proyecto de recuperación de suelos sódicos en el ejido de "Majadas". p. 38.
- 3.- ARREOLA M. 1989. Especialización del agrosistema campesino: el terruño de Colesio en el Bajío Seco. Tesis de maestría, CER, El Colegio de Michoacán. Zamora, Mich. p. 255.
- 4.- CABRERA ARIAS A. 1989. Organización campesina y aprovechamiento de recursos hidráulicos, estudio de caso. Tesis de maestría en Ciencias, Opción en Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados de Chapingo, Montecillo, pp 8-16.
- 5.- CALVA J.L. 1988. Crisis agrícola y alimentaria en México 1982-1988. Ed. Fontamara, México. p. 230.
- 6.- CERVANTES MORENO E. 1989. Análisis de la producción agrícola nacional. Ingeniería hidráulica en México. vol. IV, núm. 2. II Epoca. pp 46-53.

- 7.- DEPARTAMENTO AGRARIO. Expedientes de General Dotación y Ampliación de los ejidos de los municipios de Ecuandureo y de Tanhuato. Archivo Morelia, Mich.
- 8.- GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACAN. 1977. Memoria presentada por el ciudadano Gral. de Div. Manuel González al Ejecutivo de la Unión. Morelia, Mich.
- 9.- HEWITT DE ALCANTARA C. 1978. La modernización de la agricultura mexicana. 1940-1970. México. Ed. Siglo XXI. p. 319.
- 10.- LANZ CARDENAS J.T. 1982. Legislación de aguas en México-Estudio legislativo de 1521 a 1981. Tomo I. Consejo editorial del Estado de Tabasco-en México. p. 605.
- 11.- LEONARD E. Y MOLLARD E. 1989. Caracterización y perspectivas de las agriculturas periféricas. Estudios de Historia y Sociedad. Vol. X. Col. de Michoacán. México. pp. 25-60.
- 12.- LINCK T. 1992. Apuntes para un enfoque territorial. Agricultura campesina y sistema-terruño. Coloquio mesoamericano sobre sistemas de producción. Montecillo.
- 13.- MOLLARD E. 1991. Los caracteres originales de la historia del valle de Zamora: agricultura y ecología. ORSTOM. El Colegio de Michoacán. p. 17.

- 14.- MORALES ESCALANTE R. 1990. Sobreexplotación del agua subterránea en México. Vol. 12. pp 5-9.
- 15.- NAFINSA. 1990. La economía mexicana en cifra. 11 edición. México.
- 16.- PEARSE A. 1982. Un resumen de las consecuencias sociales de la "revolución verde". Comercio Exterior. vol. 32. México. pp 417-419.
- 17.- RAMOS ORENDAIN R. 1990. Elementos para la discusión sobre el ejido. Comercio Exterior. vol. 40. México. pp 838-844.
- 18.- REYES GARCIA C. 1991. Tierras en la cuenca de Zacapu: siglo XVI a la Reforma Agraria. Cuadernos de Estudios Michoacanos. Colegio de Michoacán. CEMCA. México. p. 101.
- 19.- SRH. 1960. Los recursos hidráulicos de México y su relación con los problemas agrícolas y económicos del país. México. pp 15-35.
- 20.- SOLIS ROSALES R. 1990. Precios de garantía y política agraria, un análisis de largo plazo. Comercio Exterior. vol. 40. México. pp 923-937.
- 21.- VERDUZCO G. 1984. Crecimiento urbano y desarrollo regional: el caso de Zamora, Mich. No. 17. El Colegio de Michoacán. pp 9-40.
- 22.- WIONCZEK M.S. 1982. La aportación de la política hidráulica entre 1925 y 1970 a la actual crisis agrícola mexicana. vol. 32. pp 394-409.