

- ✓ A raíz de la creciente compra-venta de **tierra** para la **obtención** de capital para atender sus **necesidades básicas** (para el caso de comunidades en extrema pobreza), más personas de comunidades enteras **se encuentran sin acceso a tierra** y agua, por
- ✓ Más agricultores y agricultoras **inician** el retiro paulatino de las actividades agrícolas, por actividades que aseguren una entrada constante de capital, o bien, en las **zonas de alta migración**, sólo esperan las **remesas** de divisas para subsistir

Respecto a la **organización** y **participación** en ambos casos es el detonador del acercamiento y beneficio de los programas gubernamentales. Las UR son en número de usuarios **mucho menores** que los MR, esto les permite tener una agilidad de información y comunicación en casos de contingencias o situaciones **problemáticas**, **mientras** que en los MR es **más lenta** por el tamaño y la **dinámica** a seguir para convocar y solucionar problemas.

Los MR son asociaciones legalmente constituidas y con personalidad jurídica, cuentan con un grado de madurez **institucional** que les permite organizarse y **buscar** soluciones a situaciones **difíciles** de cualquier **índole**. Actualmente los MR son asociaciones en proceso de **consolidarse y lograr autonomía** y capacidad de respuesta **oportuna** a problemas operativos, de **mantenimiento y conservación**, administrativos y financieros (Monsalvo, 1999).

Las UR frente a los procesos antes mencionados se encuentran **en** desventaja, **sin embargo**, cuentan con particulares formas de **organización y participación**, que les **permiten** resolver de manera **más equitativa** situaciones en conflicto. Son **justamente** sus **peculiares** formas de organización interna y la **concepción** de vida en comunidad y pertenencia, que les permite asumir **dinámicas** de manera integral. Estas formas de **asumir** el manejo del agua y **tierra** en las UR y al inter-relacionar sus formas de **organización** con sus **normas** y reglamentos **consuetudinarios** de orden, respeto y disciplina comunitaria da como resultado un buen desempeño en el manejo del agua (ver Capítulo 3).

Estas formas de **organización y participación** local se **pierden** en el caso de los MR al **fincar** sus votos en una **sola** persona (Delegado de Aguas). En el seno de la **asamblea general**, **estos** delegados en **muchas** ocasiones se **limitan** a asistir, votar y regresar a sus comunidades, sin **manifestar** los procesos y **dinámicas** locales de organizarse y participar.

Sobre los mecanismos de apropiarse de **compromisos y responsabilidades** en el manejo del agua de riego, existen claras diferencias para ambos sistemas. En las UR estudiadas las **cuotas** por el riego tienen un valor **simbólico**, ya que el **costo** y **gestión inicial** para sus **obras hidráulicas** en su **mayoría**, fueron asumidas por los mismos usuarios (ver Capítulo 1). Esta **historia** en la UR refleja y explica las formas de organizarse, de **incluir** y **excluir** a los usuarios **beneficiarios** de las fuentes de **aprovechamiento**, hasta la forma de **asumir** responsabilidades y cargos en las UR.

En los MR al inicio de la transferencia no existía este sentido de responsabilidad y pertenencia, puesto que el sistema en general les fue transferido. A diferencia de las UR, los MR contaron con la tutela y acompañamiento de la CNA desde el inicio de la TMR hasta ahora. Las UR se han manejado de manera más autónoma que los MR frente a la supervisión gubernamental. Es ahora que los MR en su proceso de madurez inician este sentido de pertenencia desde sus flotas de maquinaria e infraestructuras, hasta su imagen, negociaciones y posición dentro del DR.

En el caso de organización, participación y gestión ante el Consejo de Cuenca en la Cuenca Lerma-Chapala, es una asignación pendiente aunque avanzando para ambos sistemas. Tanto UR como MR deberán encaminar esfuerzos por plasmar su identificación con intereses comunes al uso agrícola del agua, frente a presiones y competencia con los otros usos, particularmente el industrial. Ante tal contexto, cobra mayor importancia la organización y representación que de fuerza y legitimidad a quienes les representen en los distintos espacios de autoridad y representación.

Finalmente sobre los cargos de autoridad y representación hacia la sostenibilidad de los sistemas y la equidad de género, queda mucho camino por recorrer. Considerando que la sostenibilidad del recurso agua y el impacto de mejoras económicas está en manos del desempeño social, éste debe encaminarse a ser integral e incluyente de todas las personas que en el participan. En la medida en que se avance por reflejar la igualdad de oportunidades desde la diferencia, en ese sentido será que las relaciones de género se encaminen hacia la equidad.

Las prácticas con equidad de género en el manejo del agua encontrarán un reflejo material, cuando la misma proporción de mujeres que manejan el agua en campo, ocupen cargos de autoridad y representación en los mejores términos y sin cuestionamientos a su identidad. Cuando las usuarias y usuarios logren superar conflictos en las relaciones sociales, cuando la subordinación por su condición y posición de mujeres en espacios tradicional y culturalmente masculinos logren conciliar puntos de acercamiento ante un contexto dinámico y cambiante. En esa medida, se estará encaminando esfuerzos por construir nuevas sociedades, que hagan del manejo del agua de riego una actividad con rostro humano y no con asignaciones de roles, compromisos, deberes y atribuciones por razones de género: masculino –femenino.

## Comentarios

### *Organización*

En la búsqueda de reactivar a las UR que tienen trayectorias históricas distintas a la de los DR, es importante partir de la diversidad de contextos en los que las costumbres y prácticas comunitarias van a dar cuerpo a las reglas y normas que median el manejo del agua y su propia organización.

El análisis descrito muestra la complejidad de la organización en la medida en que están presentes aspectos formales e informales. Aunque los formales son claramente identificables las prácticas tienen **un** fuerte componente de informalidad que hasta ahora **han** hecho posible la convivencia, las resoluciones de conflictos y el manejo del recurso y la obra hidrúlica.

**En** el campo las UR registradas y **no** registradas operan sin distinción, la desventaja para estas últimas es que se excluyen de beneficios gubernamentales orientados a “potenciar el mejoramiento productivo”. Aunque son valiosos los programas de apoyo son de beneficio selectivo porque solamente las UR registradas y para algunos apoyos deben estar configuradas como personas morales para hacer efectivos los beneficios. De nueva cuenta se polariza la agricultura dinámica y moderna con la agricultura tradicional y de autosubsistencia.

Las implicaciones de esta política de exclusión en el campo se ve reflejada en el acceso al agua y en el estado de conservación y mantenimiento de la obras. Las malas o pésimas condiciones de las obras pequeñas de riego, llámese presa, bordo, pozo, noria siempre van a ser señaladas. Los usuarios **han** logrado un nivel de conciencia de la necesidad de los almacenamientos **pero** no cuentan **con** los recursos ni los apoyos para desasolver y darles mantenimiento preventivo.

La sostenibilidad financiera debe ser uno de los objetivos a perseguir, para ello es necesario que las UR generen mecanismos de captación monetaria, uno de ellos puede ser la implantación de cuotas (modestas) por servicio de riego, cobro de multas por incumplimiento en la limpieza de canales y el mal uso del agua, multas de mayor monto para castigar los ilícitos de robo o venta de agua sin autorización. Otro canal de ingresos puede ser la proporción de asesoría **no** solamente en aspectos administración y de organización por parte de UR avanzadas, sino agrícola e hídrica. La falta de asesoría y experiencia ha llevado a errores en las UR que bien se pueden evitar si existe una asociación de un grupo de UR, que avancen hasta ser gestoras de recursos, producto, insumos y canales de comercialización. Las UR generalmente por lo general son pequeñas superficies de riego con pocos usuarios, esta característica se ha venido resaltando en todo el documento porque creemos que es propicia para estimular la productividad, eficiencia del uso de la agua y relaciones con mayor sentido de equidad (ver Capítulo 3).

### *Relaciones de género*

Se apuesta mucho al papel que juega la organización de las UR **pero** este estudio ha demostrado que el papel autogestivo de los regantes y el peso de las normas consuetudinarias son insuficientes para mejorar y conservar el estado de la obra hidráulica y en el manejo del agua, la equidad social y de género. Se necesita de asesoría y trabajo social que sensibilicen a hombres y mujeres en importancia de construir relaciones de equidad de género. Es decir reconocer las diferencias de percepción, habilidades destrezas y formas de ser de los hombres y las mujeres para mejorar la condición social de las comunidades.

A diario se miran relaciones de poder, opresión e injusticia hacia las mujeres, niñas, niños y ancianos. El papel de las mujeres, usuarias y/o socias han puesto en evidencia la capacidad que tienen para desempeñar cargos de autoridad el cual es invisibilizado por roles y conductas de genero. La división del trabajo por sexo en la parcela muestra la presencia de roles masculinos y femeninos que restringen a la mujer a labores que aparentemente no son difíciles ni pesadas, pero son las que por lo regular hacen los peones.

Si bien la presencia de mujeres realizando trabajo agrícola o relacionado a este (empacadoras, invernaderos) ha sido notable en el trabajo asalariado o remunerado, es importante comentar que las mujeres que están trabajando las parcelas en un contexto familiar. El grado de tecnificación ha desplazado mano e obra y ha limitado a ciertos trabajos a las mujeres como desquelite, tirar abono o abrir represas.

Finalmente, muchas de las razones por las cuales el panorama se muestra incierto en la propuesta de generar relaciones de género más equitativas y sostenibles en el manejo de agua, son las que apuntan a cuestionar los roles e identidades de género que marcan una tradición diferenciada en la asignación de roles, deberes y obligaciones para hombres y mujeres.

### Referencias Bibliográficas

- Adams, William M., Elizabeth E. Watson; and Samuel K. Mutiso. 1997. *Water, rules and gender: Water rights in An Indigenous Irrigation System, Marakwet, Kenia*. Development and Change. Institute of Social Studies. Oxford: Blackwell Publishers Ltd.
- Arroyo, Aline y Rutgerd Boelens. 1997. *Mujer campesina e intervención en el riego Andino. Sistemas de riego y relaciones de género, Caso Licto, Ecuador*. Quito: Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA) y Sistema de Capacitación en el Manejo de los Recursos Naturales Renovables (CAMAREN).
- Bromley, Daniel W. *Problemas de la gestión del agua y del suelo: una perspectiva institucional*, En: Federico Aguilera Klink (coordinador) *Economía del Agua*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Madrid, España. p. 125
- Carney, Judith. 1994. *Gender and the sustainability of irrigated farming in The Gambia*. In *Gender and environment in Africa. Perspectives on the politics of environmental sustainability*. Ed. Ingrid Yngstrom, Patricia Jeffery, Kenneth King, and Camilla Toulmin. Edinburgh, U K Centre of African Studies, University of Edinburgh.
- CNA y CP. 1998. *Diagnóstico preliminar sobre superficies regables y volúmenes requeridos en las Unidades de Riego Organizadas y Sin Organizar*. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Operación y Colegio de Postgraduados, Instituto de Recursos Naturales, especialidad de Hidrociencias. Montecillo, Edo. de México, Diciembre de 1998 pp. 16 y 19.

- Cruz, Galindo M, 1994. *Semblanza histórica de la Unidades de Riego para el Desarrollo Rural*, SARH, Subsecretaria de Agricultura, Dirección General de Política Agrícola, Mexico, D.F.
- Dayton-Johnson, J. 1997. *Resumen de un estudio de las unidades de riego en Guanajuato*. Departamento de Economía Universidad de California-Berkeley.
- Dayton-Johnson, J. 1999. *Irrigation organization in Mexican unidades de riego, results of afield study*. Department of Economics, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada.
- Dayton-Johnson J. 1996. *Sistemas de pequeño riego de manejo local en México: Organización, Desempeño y políticas*. Departamento de Economía Universidad de California-Berkeley.
- Deuss, Marleen. 1994. *Do women's gardens hold water? Gender relations and the introduction of irrigation systems at the Ile à Morphil in Senegal*. M.Sc. thesis. Department of Irrigation and Soil and Water Conservation, Wageningen Agricultural University and Third World Centre, University of Nijmegen. Occasional paper 42. Nijme: Trird World Centre, Catholic University of Nijmegen.
- Kloezen, W. H. 2000. *Viabilidad de los Arreglos Institucionales para el Riego después de la Transferencia del Manejo en el Distrito de Riego Alto Río Lerma. Mxico*. IWMI, Serie Latinoamericana No. 13. México, D.F., Mexico: Instituto Internacional del Manejo del Agua.
- Lagarde, M. 1994. Citada en Serie Hacia la Equidad. 1999. *Develando el Género: elementos conceptuales básicos para entender la equidad*. Unión Mundial para la Naturaleza, Fundación Arias para la Paz y el Progreso Humano. Costa Rica. 1999:14
- Monsalvo-Velázquez, Gabriela. 1999. *Sostenibilidad Institucional de las Asociaciones de Riego en México*. IWMI, Serie Latinoamericana No. 8. México, D.F., Mexico: Instituto Internacional del Manejo del Agua.
- Monsalvo-Velázquez, Gabriela y J. Antonio Morales Portillo. 2000. *Marco Legal hidráulico Mexicano: Acceso formal al agua de riego en la Pequeña Irrigación. Inequidad de Género*. Documento en prensa. Revista trimesbal, Editada por Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Guanajuato, CEASG. Guanajuato. Mexico.
- Monsalvo-Velázquez, Gabriela y Emma Zapata Martelo. 2000. *Legislación sobre Agua y Tierra en México desde una visión de Género en: Género y Manejo del Agua y Tierra en Comunidades Rurales de México*. Stephanie Buechler y Emma Zapata Martelo (Editoras). Mexico. IWMI, Serie Latinoamericana No. 14. México, D.F., México: Instituto Internacional del Manejo del Agua.
- Palerm, Viqueira J. 1997. *Sistemas hidráulicos y organización social: debate teórico y el caso del Acolhuacan septentrional*. En Antología sobre pequeño riego Volúmen I. Montecillo, Municipio de Texcoco, Edo. de Mexico.
- Palerm Viqueira, Jacinta y Tomás Martínez Saldaña. 2000. *Antología sobre Pequeño Riego Vol. II Organizaciones Autogestivas*. Ed. Plaza y Valdes y Colegio de Postgraduados. Serie Hacia la Equidad. 1999. *Develando el Género: elementos conceptuales básicos para entender la equidad*. Unión Mundial para la Naturaleza, Fundación Arias para la Paz y el Progreso Humano. Costa Rica. 1999.

- Van der Grift, Evcline W. 1991. *Gender relations in Traditional Irrigation in Malolo, Tanzania*. M.Sc. thesis Department of Irrigation and Soil and Water Conservation. Wageningen Agricultural University.
- Tortajada, Cecilia. 2000. *Women and Water Management The Latin American Experience*, Oxford University Press, New Delhi.
- Van Koppen, Barbara. 2000. *From bucket to basin: Managing river basins to alleviate water deprivation*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Velázquez, Margarita. 1994. *Mujer y medio ambiente en América Latina y el Caribe: Propuesta para la investigación*. Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Humanidades, Programa Universitario de Estudios de Género. Ciudad Universitaria, México, D.F.
- Zwarteveen, Margreet Z. 1997. *A plot of one's own: Gender relations and irrigated land allocation policies in Burkina Faso*. Research Report 10. International Irrigation Management Institute. Colombo, Sri Lanka: International Irrigation Management Institute.
- Zwarteveen, M. and N. Ncupane. 1996. *Free riders or victims: Women's nonparticipation in irrigation management in Nepal's Chhattis Mauja Scheme*. Research Report 7. Colombo, Sri Lanka: International Irrigation Management Institute.

## **Anexos**

### ***Definición de terminología utilizada***

**Instituciones:** son los acuerdos y reglas colectivas que establecen los estándares aceptables del comportamiento individual y de grupo. Lo marca una distinción entre las instituciones como las normas y principios que definen la organización y la organización misma, y constituye el manejo de las instituciones. (Bromley, 1992).

**Género:** se define como "las relaciones sociales basadas en las diferencias que distinguen los sexos donde género es una forma primaria de las relaciones significantes de poder" Scott (1986), señala cuatro elementos para el análisis: a) símbolos, b) conceptos normativos que manifiestan las interpretaciones de los significados de los símbolos c) las organizaciones e instituciones, y d) la identidad subjetiva, mismos que permiten el estudio de la asignación de cargos de autoridad en los distintos niveles de representación en el manejo del agua, cuyo espacio es tradicionalmente masculino.

**Equidad:** que busca el acceso de las personas a la igualdad de oportunidades y al desarrollo de la capacidad básica (Serie Hacia la Equidad, 1999), lo que significa eliminar las barreras que obstaculizan las oportunidades económicas y políticas, así como el acceso a la educación y los servicios básicos de tal manera que hombres y mujeres de cualquier edad, condición y

posición puedan disfrutar de dichas oportunidades y beneficiarse con ellas; es decir, dar a cada cual lo que le pertenece, reconociendo las condiciones o características específicas de cada persona o grupo de personas.

**Poder:**<sup>13</sup> Concepto que cruza las relaciones de género en ambas esferas, masculina y femenina, así como el espacio público y privado es el **Este** es concebido de manera tradicional como *la capacidad o habilidad que tiene una persona para subordinar la voluntad y acción de otro(a) hacia un fin*. Esta categoría vista como un concepto a de-construir en función de un poder visto de manera equitativa, justa, incluyente y desde una visión de género. A la luz de los cuatro elementos propuestos por Scott (1986) y desarrollados más adelante, éstos elementos permiten un acercamiento al entendimiento de la equidad de género.

---

<sup>13</sup>

Rowlands (1997:219-223) señala al estudiar el empoderamiento, que el poder puede entenderse en tres acepciones de poder: poder **para, con y desde dentro**. Ver también Modelo Multifactorial de Empoderamiento: Hidalgo, 1999.



### 3 DESEMPEÑO TÉCNICO Y PRODUCTIVIDAD DE LAS UNIDADES DE RIEGO

*Paula Silva y José Jesús Ramírez-Calderón*

Existen estudios previos realizados por el IWMI donde se han aplicado un conjunto de indicadores para evaluar el funcionamiento de los sistemas de riego de los Distritos de Riego (DR) en México (Kloezen y Garcés-Restrepo, 1998a; 1998b). Sin embargo, las pocas evaluaciones que se han hecho del desempeño del *pequeños riego*, han sido realizadas por otras instituciones y se basan principalmente en estimaciones estadísticas (Palacios-Vélez, 1997; CNA/CP, 1998).

De los estudios más recientes que se han hecho en relación con el desempeño y la productividad de las Unidades de Riego (UR) en México se sabe que el volumen bruto requerido a nivel nacional por sistemas de *pequeña irrigación* en México, es de 34.086 millones de m<sup>3</sup> para una superficie de 2'956,032 ha, lo cual da una lámina bruta total<sup>1</sup> media ponderada de 115cm para las UR totales (registradas y no registradas) (CNA/CP, 1998). Estas estimaciones consideran eficiencias totales de 49% (incluyendo la eficiencia de conducción y la de aplicación) en aguas superficiales (almacenamientos, derivaciones y manantiales) y de 64% en aguas subterráneas (pozos profundos) (*ibid*). Por otro lado, sobre la productividad se dice que para el ciclo agrícola 1993 fue 2,445 1994 US\$/ha (SARH-DGEIAF/CNA-GDUR, 1994), 34% más productivas que los DR y en 1996 fue de 2,267 1994 US\$/ha (CEA/GDUR, 1997), en esta ocasión sólo 22% más productivas que los DR ya que se redujo en 7% su productividad.

Con el objetivo de comprobar dicha información, en este capítulo del documento se evalúa el desempeño y la productividad de las UR seleccionadas (ver Capítulo I). La evaluación se hizo con base en algunos de los indicadores que ya han sido utilizados en los DR por el IWMI. A continuación se presenta la metodología seguida así como los resultados obtenidos y el análisis correspondiente.

---

<sup>1</sup> El término de *lámina* es utilizado para indicar el volumen de riego aplicado en una superficie y resulta de dividir el volumen en m<sup>3</sup> entre el área regada en m<sup>2</sup>, por lo que sus unidades pueden expresarse en mm, cm o m. Se dice que es bruta cuando incluye las pérdidas en conducción y aplicación.

## Metodología del estudio

### *Definición de indicadores de desempeño*

Cinco indicadores fueron calculados para cada una de las entidades de riego seleccionadas, y tres de ellos se calcularon también en los módulos del DR 011 “Alto Río Lerma” para hacer el estudio comparativo. Esencialmente estos indicadores son “externos” y miden lo que “entra” al sistema y lo que “sale” de él. A continuación se describe brevemente cada uno de éstos agrupados en dos categorías, mismas que más adelante se utilizan para realizar el análisis de los resultados:

#### 1. Relativos al agua

##### Disponibilidad Relativa de Agua

$$DRA = \frac{\textit{Suministro total de agua (riego + precipitación total)}}{\textit{Demanda de agua del cultivo}}$$

Este indicador es adimensional. Es notorio que la variable DRA es el inverso del término tradicional de la “eficiencia técnica” usado en irrigación. Un DRA igual a 1.0 a nivel parcelario significa que al cultivo se le ha suministrado únicamente lo necesario y cuando el valor está por debajo de 1.0 indica que existen condiciones de estrés para la planta. Está claro que cuando se hace el cálculo del DRA a nivel sistema su valor deberá incluir además las pérdidas en conducción.

##### Disponibilidad Relativa de Riego

$$DRR = \frac{\textit{Suministro de riego}}{\textit{Demanda de riego del cultivo}^2}$$

También éste indicador es adimensional. Para calcular tanto la demanda de agua del cultivo como la de riego, se utilizó el programa computacional CROPWAT version 5.7 (FAO, 1975).

---

En la definición original de este indicador hecha por el IWMI, la demanda de riego es igual a la demanda de agua menos el total de la precipitación efectiva (80% de la precipitación) pero con esta definición resultan valores demasiado elevados. Esto ocurre debido a que la lluvia generalmente se concentra en pocos días del ciclo de cultivo y realmente las demandas de agua no quedan satisfechas aunque teóricamente en forma global indique que sí. CROPWAT considera este factor y de acuerdo a las demandas de agua registradas en periodos de 10 días y la precipitación efectiva ocurrida en ese mismo periodo, estima una demanda de riego que es la que se utiliza en el denominador del indicador DRR.

En el anexo 1 se presentan las consideraciones y resultados de los cálculos para los principales cultivos de las UR seleccionadas.

Como variables explicativas para evaluar el manejo del agua, los indicadores de DRA y DRR, independientemente del tipo de cultivo que sea, tienen una visión neutral de la relación entre la cantidad de agua disponible o suministrada y la cantidad utilizada para la producción de cultivos. Esta visión tiene una gran ventaja ya que no hay ninguna implicación de que un determinado valor de DRA o DRR sea mejor que cualquier otro. Por diversas razones una alta eficiencia del agua no es necesariamente mejor que una más baja, y en ciertas situaciones puede incluso ser peor (Levine, 1999). Por ejemplo, puede ser que si **no** hay posibilidad de aumentar la superficie de riego no tiene sentido que se persiga una mejora en la eficiencia para ahorrar agua

## 2. Relativos a la producción

### Producción por Unidad de Superficie

$$\text{VBP/ha} = \frac{\text{Valor Bruto de Producción}}{\text{Superficie Regada}}$$

Donde las unidades del indicador son \$/ha. El valor bruto de producción (VBP) tiene unidades de monetarias y es obtenido a partir del rendimiento del cultivo y su precio medio rural, representa el valor económico de la superficie que realmente se sembró y se regó.

$$\text{VBP} = \text{Rendimiento}(\text{ton/ha}) * \text{Precio Medio Rural}(\$/\text{ton}) * \text{Superficie regada}(\text{ha})$$

En el caso de tener un sólo cultivo, lo que realmente está indicando es el producto de su rendimiento medio por su precio medio rural. Cuando se tiene más de un cultivo se calcula para cada uno de ellos y se hace la sumatoria.

### Producción por Unidad de Agua Suministrada

$$\text{VBP/m}^3_{\text{suministrados}} = \frac{\text{VBP}}{\text{Volumen de riego suministrado}}$$

Donde el indicador es dado en \$/m<sup>3</sup>. En este trabajo se supone que todo el valor bruto de producción se debe al riego, incluso en el ciclo PV/SC donde una gran parte de la demanda de agua del cultivo es cubierta por las precipitaciones pluviales.

## Producción por Unidad de Agua Consumida.

$$\text{VBP/m}^3_{\text{consumidos}} = \frac{\text{VBP}}{\text{Volumen de riego consumido}}$$

Donde el indicador también es dado en \$/m<sup>3</sup>. El denominador se refiere al consumo total de agua de la planta (en m<sup>3</sup>), es decir, la demanda de agua estimada por un cultivo.

### *Cálculo de los indicadores de desempeño*

Los indicadores de desempeño que se calcularon para las UR seleccionadas corresponden a los ciclos agrícolas Otoño-Invierno (OI) 1998-1999 y Primavera-Verano o Segundos Cultivos<sup>3</sup> (PV/SC) 1999. Para realizar el cálculo de este conjunto de indicadores fue necesario recolectar información secundaria sobre las UR seleccionadas e información primaria que se obtuvo durante el trabajo de campo llevado a cabo durante seis meses, de septiembre 1999 a febrero 2000. Es importante señalar que hubo un importante trabajo de campo que consistió en la medición de riego aplicado y entrevistas con los usuarios durante el ciclo agrícola OI 1999-2000. Esta labor tuvo la finalidad de tener un punto de referencia real del volumen de riego aplicado en el año agrícola anterior y de los datos agrícolas básicos (patrón de cultivo, rendimiento por hectárea y precio medio rural) para el ciclo OI 1998-1999 y PV/SC 1999. Para el caso de UR que se ahastecen de aguas subterráneas, también se recuperaron los recibos de electricidad emitidos por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y así, una vez calibrados los pozos para encontrar la razón m<sup>3</sup>/KWH, se pudo determinar el riego aplicado.

Las variables de los indicadores de desempeño se aplicaron a nivel sistema donde se midieron o estimaron las laminas aplicadas a los cultivos. Cuando el usuario no tiene límites de tiempo para regar, se considera que son muy pocas las variaciones que pueden existir en la forma de regar dentro de una misma UR, ya que como está garantizado una determinada superficie de riego del usuario (puede ser la totalidad o parte de la misma) no existen un motivo para hacerlo más eficientemente<sup>4</sup>.

Por sus diferentes características, se separó el análisis de los indicadores de acuerdo al tipo de aprovechamiento: aguas subterráneas y aguas superficiales. Todos los valores de los indicadores son presentados en 1999 Mex\$ y en 1994 US\$ para que puedan ser comparados con otros países (1994 US\$ 1 = 1994 Mex\$ 3.5; 1999 US\$ 1 = 1994 Mex\$ 9.5).

<sup>3</sup> El ciclo agrícola 1998-1999 comprende para todas las UR OI y SC o PV, pero comúnmente se les considera el mismo ciclo a éstos dos últimos. **Por** tal motivo en nuestros resultados distinguiremos sólo OI y PV/SC.

<sup>4</sup> Se identificó sólo una Unidad de Riego en el municipio de Silao, llamada Nápoles, donde el agua de su presa se distribuía por turnos de 4 horas y se observaron grandes diferencias en las superficies regadas por diferentes usuarios en un turno de la misma duración.

Para el caso de las UR de La Golondrina, Trojes de Paul y La Gavilana, se hizo además un análisis de la series históricas de los años de 1979-1985 de los valores de la DRA y de 1979-1991 de los valores de VBP/ha. Ambos indicadores fueron calculados a partir de información secundaria proporcionada por la actual Secretaria de Agricultura, Ganaderia y Desarrollo Rural (SAGAR) pero que fue recolectada bajo la dirección de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (ver Capitulo 1). La información consistió en datos de producción y aplicación de riego de cada una de las UR mencionadas para los ciclos agrícolas 1979 a 1985 y, para completar la serie histórica del VBP/ha se utilizaron los datos de producción de su DDR correspondiente, el 005 de Cortazar para los ciclos agrícolas de 1985 a 1991. Las diferentes categorías de los datos utilizados se debe a que a partir de 1985 se hizo la incorporación de las estadísticas a nivel general de modalidad de riego<sup>5</sup>.

En las series historicas, los indicadores fueron calculados para todos los ciclos agrícolas presentes de cada año: OI, SC y PV. De acuerdo a las definiciones descritas por el personal de la SAGAR, el ciclo OI comprende a los cultivos presentes durante los meses de diciembre a mayo, el ciclo SC incluye los cultivos que se siembran en las mismas tierras que se sembraron durante OI; por lo tanto comprende los meses de junio a noviembre. Por el contrario, el ciclo PV se refiere a los cultivos que se siembra en tierra donde no ha habido ningún cultivo previo por lo que puede comprender los meses de mayo a octubre. Los valores obtenidos de la VBP/ha para las series historicas, fueron convertidos a 1994 US\$ para poder observar las variaciones reales. Finalmente, después de la evaluación de las UR seleccionadas, se hizo un ejercicio de comparación con los MR de riego del Distrito de Riego 011 "Alto Rfo Lerma". Para este análisis comparativo, como se mencionó anteriormente, se utilizaron solo los siguientes indicadores: DRA, VBP/ha y  $VBP/m^3_{\text{suministrado}}$ .

## Desempeño de las UR en el manejo del agua

Los tipos de fuentes de abastecimiento, ya sea de aguas superficiales o subterráneas, propician significativas diferencias en el manejo de los pequeños sistemas de riego debido precisamente a sus características intrínsecas (Ver Capitulo 2).

---

<sup>5</sup> Esta información secundaria estuvo a punto de perderse y sólo algunos miembros de las antiguas Jefaturas de las Unidades de Riego tienen conocimiento de su existencia. Es relevante considerar que los supervisores de zona de los DDR fueron los encargados de recabar esta información. La Jefatura de Unidades de Riego nombraba a un representante que se encargaba de pasar la información estadística. El volumen neto de riego se estimaba a partir de la lamina que consideraban aplicar y de la eficiencia que también era estimada. Se considera por lo tanto que los valores más confiables son los referentes a la producción en toneladas y a los precios medios rurales.

Mientras que la disponibilidad para regar en los pozos existe teóricamente todo el tiempo, en las presas o bordos, fluctúa en función de la capacidad de captación del sistema, escurrimientos y de las precipitaciones registradas en la temporada de lluvias anterior. Sin embargo, en los dos tipos de fuentes de abastecimiento, se debe tomar en cuenta que la precipitación pluvial es una importante variable que influye en gran medida en los valores de los indicadores de DRA y DRR durante los ciclos PV/SC. Esto explica la razón por la cual las variaciones en los valores de DRA y DRR, dentro de una misma UR, son mayores en el ciclo PV/SC que las que se presentan en ciclo O I donde prácticamente no hay precipitaciones pluviales. Para el ciclo O-I, los valores de DRA y DRR son muy similares puesto que prácticamente no hay agua de lluvia.

Por otro lado, hemos observado que otros factores, de índole económico y organizativo, explican las razones de la disponibilidad de agua y riego presentes en ambos tipos de UR. Es por esto, que dentro del análisis de los resultados obtenidos para los indicadores relativos al agua (DRA y DRR), presentamos reflexiones sobre algunos factores que consideramos influyentes en los valores arrojados para cada tipo de UR. Es importante mencionar que en general, los sistemas de riego de las UR conformadas por grupos de usuarios se operan de manera desordenada, no siguen un orden estricto de riego en función de la ubicación de la tierra a regar respecto a la fuente de abastecimiento. De esta forma, si no está el usuario preparado para regar la parcela vecina puede pasar al siguiente y después volver a recuperar su turno aunque el agua se encuentre regando la última parcela.

### *Agua subterránea*

El manejo de agua en las UR que cuentan con pozos profundos es bastante flexible pero tiene como inconvenientes principales el costo de extracción y el cuidadoso mantenimiento que se requiere. Dentro de los sistemas abastecidos por agua subterránea pueden observarse diferencias considerables debido al poder adquisitivo, la organización de los usuarios y al patrón de cultivos. Como se puede observar en el Cuadro 3.1, las UR productoras de hortalizas, que generalmente son las que presentan mayor grado de organización y poder adquisitivo, tienen mayor disponibilidad relativa de agua y riego.

En el caso de los productores de granos para el ciclo OI, sabemos que La Loma vio severamente dañado su sistema por insuficiencia de capacidad del motor debido al incremento del nivel dinámico<sup>6</sup> y La Gavilana retrasó su riego debido a una falla en el transformador, lo que ocasionó que al final del ciclo agrícola su cultivo recibiera menos agua. Estas dos UR dieron tres y cuatro riegos respectivamente.

---

El nivel dinámico es la profundidad de la superficie hasta donde se encuentra el acuífero durante la extracción de agua a un cierto gasto (Ips). En la medida que esta profundidad aumenta, mayor potencia del motor es requerida para la extracción del líquido.

Por otro lado, el pozo de los Hermanos V no tuvo ningún problema técnico ni tampoco alguna restricción económica que limitara el suministro de agua a su cultivo y realizó cinco riegos.

**Cuadro 3.1. Indicadores de Desempeño de las UR seleccionadas de aguas subterráneas, ciclo agrícola 1998-1999.**

Unidad de Riego	D R A		D R R	
	OI	PV/SC	OI	PV/SC
Productoras de granos				
La Loma	0.9	0.9	1.5	1.0
La Gaviñana	1.3	1.3	1.6	1.2
Hermanos V.	1.5	1.5	1.8	1.8
Rancho R.	1.4	1.4	1.9	1.0
El Llanito	1.3	1.3	2.0	1.5
Productoras de hortalizas				
Rancho R.	2.9	2.9	-	-
El Llanito	1.9	1.9	1.9	1.6

NOTA: En todas las UR productoras de granos se sembró trigo en OI (a excepción del Rancho R que sembró cebada y El Llanito que sembró además del trigo el 19% de su superficie de maíz) y sorgo en SC/PV. Las UR productoras de hortalizas sembraron hortalizas para exportación.

En términos generales los *pequeños propietarios* tienen mayor capacidad económica para dar mantenimiento y reparar oportunamente su sistema de riego, además no tienen la necesidad de llegar a consensos o asambleas para tomar decisiones (debido a que generalmente es un propietario o unos cuantos para un solo pozo) lo cual facilita la operación.

Cabe mencionar que en el Municipio de Pénjamo, donde se encuentran la mayoría de las UR seleccionadas productoras de granos, el 67% de la superficie de las unidades registradas es de tenencia ejidal, porcentaje mayor al que se reporta a nivel nacional que es 56% y al registrado a nivel estatal que es de 50% (SARH-DGPA/ CNA, 1994). Suponiendo que casi la totalidad de las UR en el estado son de aguas subterráneas (94%), este porcentaje indica que la capacidad económica suficiente para sostener un buen funcionamiento del sistema de riego y que el pozo trabaje bajo eficiencias aceptables (65%-75%), se encuentra concentrada, para el caso de Pénjamo, en menos de la mitad de la superficie de riego de las UR.

En los sistemas que utilizan aguas subterráneas es justificable el empleo de sistemas de riego más tecnificados (riego por gotero, aspersión) para reducir los volúmenes aplicados ya que sus costos de extracción, dependiendo del nivel al que se extrae el agua (el pozo de los Hermanos V tiene un nivel dinámico del agua de 95 m mientras que el del pozo de la Gaviñana tiene 55 m), llegan a alcanzar hasta un 24% del total de los costos de producción<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Se considera que estos costos de producción no incluyen la mano de obra ni el costo financiero.

A su vez, dadas las condiciones externas de mercado, sólo un cultivo rentable podría justificar el empleo de tecnología debido a su costo de inversión.

Por tal motivo, en las UR que se producen granos, cultivos poco rentables como se verá en el próximo apartado, los sistemas de riego son rudimentarios. Generalmente su infraestructura varían en el sistema de conducción (canal revestido o sin revestir, o bien, tubería con hidrantes en cada parcela combinada en algunos casos con tuberías de compuertas) y en el sistema de aplicación es en todo los casos de “agua rodada” (agua suministrada a los cultivos corriendo libremente a través de surcos utilizando la pendiente del terreno). Sin embargo, incluso en algunas UR productoras de hortalizas también utilizan el sistema de “agua rodada” como lo es el caso de El Llanito y para algunos cultivos en el Rancho R. Sólo para el cultivo de cebolla, el Rancho R emplea riego por gotco. Como puede observarse en el Cuadro 3.2 se presenta muy poca diferencia en las láminas promedio suministradas dentro de las UR con sistema de aplicación de “agua rodada” (la Gavilana es la única que no tiene tuberías que conduzcan el agua a las parcelas, pero por su tamaño, las pérdidas en conducción son muy pocas). Los beneficios inmediatos de la tecnología para estas UR son entonces únicamente el incremento en la eficiencia de conducción que no es palpable y en la facilidad para realizar las labores de riego.

**Cuadro 3.2. Número de riegos, láminas brutas totales y laminas por riego promedio medidas en las Unidades de Riego seleccionadas, ciclo OI 1999-2000.**

Unidad de Riego	No. De Riegos	Lamina bruta (cm)	Lamina promedio por riego (cm)
<b>Productoras de granos</b>			
La Loma	3.0	51	17
La Gavilana	4.0	78	20
Hermanos V.	5.0	86	17
Rancho R.	4.0	84	21
El Llanito	4.5	87	19
<b>Productoras de hortalizas</b>			
Rancho R	9.0	154	18
Rancho R. (goteo)	14.0	110	8
El Llanito	6.0	95	16

NOTA: Es importante señalar que, a excepción del Rancho R y del Llanito, los valores de las láminas fueron estimados a nivel sistema (lámina bruta) de tal forma que se consideran las pérdidas por conducción y por aplicación a nivel parcelario. Todos los sistemas, a excepción de una parte del Rancho R aplican riego rodado.

Los ahorros de agua debido a un sistema más sofisticado como lo es el riego por goteo, se hace más significativos en la medida que el número de riegos que se requiere para ciertos cultivos hortícolas se incrementa, disminuyendo a la vez la lámina aplicada por riego. Como puede observarse en el mismo Cuadro 3.2, la lámina promedio por riego aplicada por goteo

en las hortalizas es casi el 50% de la que se aplica por riego rodado. Más adelante, en el análisis de la productividad de las UR, veremos la rentabilidad de estos sistemas en función de su VBP.

### *Agua superficial*

Las UR de aguas superficiales aunque representan sólo alrededor del 6% del total de UR registradas en Guanajuato (ver Capítulo 1), su superficie regable alcanza casi el 20% (SARH, 1991). Entre sus principales ventajas están el bajo costo del riego y el poco mantenimiento que requiere el sistema de conducción. Sin embargo, con el paso del tiempo, los almacenamientos se enfrentan con el problema de asolvamiento que reduce significativamente la capacidad de captación de agua. El hecho de tener mayor número de usuarios y de superficie de riego respecto a las UR de aguas subterráneas, así como contar con un volumen de agua definido, representa diferencias sustantivas en el manejo del agua. Siempre existirá un mayor número de usuarios regando simultáneamente lo que ocasiona que el flujo dentro de una misma parcela sea muy variable. Contrario a lo que sucede en las UR de aguas subterráneas que en ocasiones paran los pozos por algunas horas o días, en las UR de aguas superficiales una vez abierta la compuerta generalmente no se cierra hasta que todos los usuarios hayan terminado de regar.

La tenencia de la tierra es sobre todo relevante en las UR de aguas superficiales donde es más complejo asignar volúmenes distintos de agua. Por el contrario, en las UR de aguas subterráneas existe la posibilidad de consumir volúmenes de agua dependiendo de las necesidades de cada usuario ya que se puede pagar independientemente el costo de electricidad por el uso extra o desfasado que se haga del pozo.

En el caso de las UR ejidales, la equidad es un aspecto muy arraigado a la estructura del *ejido*<sup>8</sup> y prevalece en toda la mecánica del manejo de los sistemas de riego de las UR. Parece ser el elemento que sustenta las decisiones que se toman sobre el aprovechamiento del agua y la resolución de problemas (ver Capítulo 2). Para lograr asignar a todos los usuarios el mismo volumen de agua se recurre al establecimiento de una superficie determinada de riego, un número específico de riegos o bien, turnos de riego. En aras de la equidad no se concentra la explotación del recurso agua en la obtención de mayores garantías de rendimiento aceptable (Scott y Silva-Ochoa, *en prensa*). Al sembrar todos el mismo cultivo sin suficiente agua, los rendimientos no son buenos. Sería interesante estudiar con detenimiento el costo financiero que se le puede atribuir al manejo equitativo del agua. Sobre el manejo de aguas superficiales de *pequeños propietarios* no se tiene ningún caso estudiado en este trabajo. Sólo podemos mencionar que en el estado de Guanajuato un poco más del 30% de la superficie regable abastecida por almacenamientos es *pequeña propiedad* (SARH, 1991).

<sup>8</sup> Los *ejidos* son comunidades resultantes de la Reforma Agraria, creadas después de la Revolución Mexicana de 1910-1917. Hasta la revisión del Artículo 27 de la Constitución en 1992, la tierra de los *ejidos* pertenecía al estado y ellos sólo tenía su usufructo.

Se observa en el Cuadro 3.3 una situación distinta de manejo de agua dependiendo de la magnitud de la superficie regada y de la capacidad técnica para realizar la planificación de los riegos. En el ciclo OI, donde se refleja realmente la planificación en el riego ya que no hay lluvias, La Golondrina tiene una DRA (1.13) que indica un buen aprovechamiento de su sistema de riego y por otro lado, Trojes de Paul con un DRA de 1.6 manifiesta todavía tener posibilidades de mejorar la explotación del recurso hídrico con el que cuenta. La planificación es prácticamente nula en este tipo de UR como Trojes de Paul que son relativamente pequeñas. Esto se debe principalmente a dos factores: la falta de bases técnicas y la presencia del mismo patrón de cultivo durante varios años. Con la experiencia de los años, han llegado a sentirse lo suficientemente seguros como para tomar decisiones sin fundamentos técnicos avanzados y, con el tipo de relación estrecha que se genera entre los usuarios es relativamente sencillo llegar al consenso.

**Cuadro 3.3. Indicadores de Desempeño de las UR seleccionadas de aguas superficiales, ciclo agrícola 1998-1999.**

Unidad de Riego	O I		P V / S C	
	D R A	D R R	D R A	D R R
Agua Superficial				
La Golondrina	1.1	1.1	2.0	2.3
Trojes de Paul	1.6	1.6	1.6	1.3

NOTA: En la Unidad de Riego Trojes de Paul, se sembró cebada y en La Golondrina trigo.

A menudo para lograr niveles bajos de DRA hay un aumento de los costos vinculados con el sistema y el manejo por los usuarios, puede ocurrir que los beneficios aportados por el agua ahorrada tal vez no sean tan grandes como estos costos. En los sistemas que utilizan agua superficial, los costos de riego son prácticamente nulos porque no se aplican cuotas a los usuarios (ver Capítulo 2), representan un porcentaje muy bajo de los costos totales de producción (menos del 6%). Una mejora en la eficiencia de aplicación podría no significar ahorro en los costos del agua pero sí un aumento de superficie regada a bajo costo.

La inversión en tecnología o en mejoras en el manejo del sistema que tiene bajos costos de utilización de agua, puede no resultar rentable dependiendo del tipo de cultivo. La producción de hortalizas en las UR abastecidas por aguas superficiales, que podría garantizar la rentabilidad, parece no haberse desarrollado. Representa un reto de logística y organización que aún no han resuelto los usuarios<sup>9</sup> y además no se muestran muy motivados debido a la dificultad para entrar en su mercado tan competido y por las complicaciones de su manejo post-cosecha.

<sup>9</sup> Sin embargo, no es una labor imposible. Por ejemplo, se sabe que en Taiwan existen sistemas abastecidos de aguas superficiales con la infraestructura física y la capacidad de manejo para

Como se mencionó anteriormente, para las UR que se ahastecen de aguas subterráneas, las laminas promedio aplicadas en cada riego son muy similares. El caso de las UR de aguas superficiales presenta diferentes condiciones (el gasto del sistema y la superficie regada es mayor) y las pérdidas en el sistema de conducción son un poco más significativas (La Golondrina cuenta con canales revestidos y Trojes de Paul sólo parcialmente). Por este motivo, las laminas promedio aplicadas por riego, como se puede apreciar en el cuadro 3.4, presentan mayores diferencias que en el caso anterior.

**Cuadro 3.4. Número de riegos, láminas brutas totales y laminas por riego promedio medidas en las Unidades de Riego seleccionadas, ciclo OI 1999-2000.**

Unidad de Riego	No. De Riegos	Lamina bruta (cm)	Lamina bruta promedio por riego (cm)
Aguas Superficiales			
La Golondrina	4	66	17
Trojes de Paul	3	73	24

NOTA: Los valores de las laminas para ambos casos fueron estimados a nivel sistema (lamina bruta) de tal forma que *se* consideran las pérdidas por conducción y por aplicación a nivel parcelario.

Con el afán de entender la labor de riego como **un** proceso cultural, es necesario observar el comportamiento de los valores de estos indicadores de desempeño a lo largo del tiempo. En el siguiente apartado presentamos un breve análisis histórico del comportamiento de la disponibilidad relativa del agua de tres de las UR antes estudiadas: La Gavilana, La Golondrina y Trojes de Paul.

### **Análisis histórico**

Es importante señalar que los registros de laminas aplicadas en las series históricas son de menor confiabilidad que las medidas en campo puesto que se trata de meras estimaciones que hicieron los encargados de recahar dicha información basados en su propia experiencia. Sin embargo, la tendencia que se registra merece la pena ser comentada y comparada con los valores que fueron medidos durante el presente ciclo agrícola OI 1999-2000.

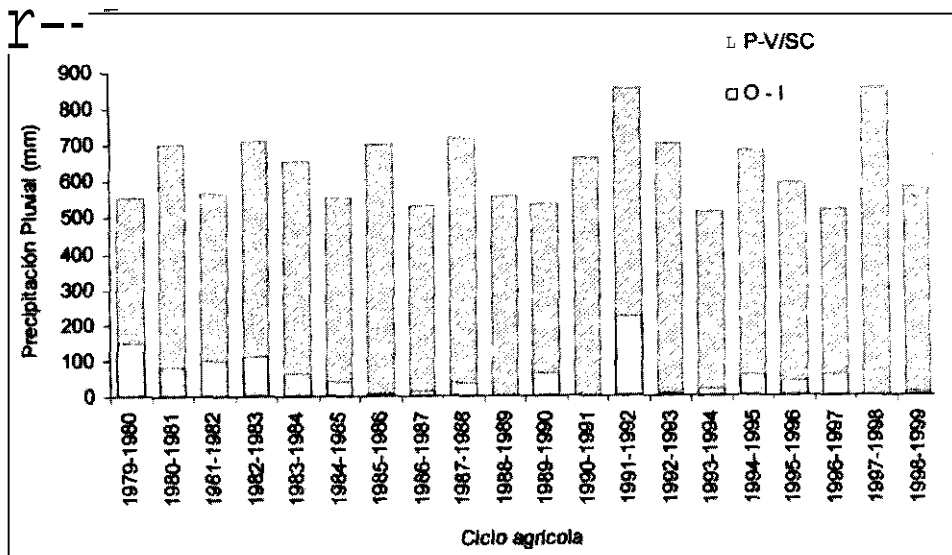
En la Figura 3.2 es en la que se observan mayores discrepancias con los valores medidos en campo. De acuerdo a las precipitaciones pluviales observadas en la figura 3.1 y a la producción agrícola obtenida registrada en esos años (ver figura 3.7), **no** existe razón por la cual Trojes de Paul haya regado aparentemente la mitad de lo que se regó en el ciclo agrícola 1998-1999. **En** los otros casos, los valores obtenidos con las mediciones en campo, se encuentran dentro del rango registrado históricamente.

---

suministrar agua cuando y donde lo necesitan los usuarios que producen una gran variedad de cultivos. (Levine, 2000)

Es importante mencionar que los sistemas de riego de las UR que se presentan no han sufrido mejoras sustanciales a lo largo de estos años, se trata prácticamente de los mismos sistemas con ligeras mejoras. Las gestiones en La Golondrina para la compra e instalación de tubería de conducción son recientes.

Como se puede apreciar en las Figuras 3.2, 3.3 y 3.4, para el ciclo O-I, los valores de DRA varían dentro de un rango relativamente estrecho puesto que prácticamente no hay agua de lluvia. Los cambios más significativos en los valores de DRA de un ciclo agrícola a otro y entre los ciclos PV y SC de un mismo año se debe a las variaciones en la volumen de lluvia registrado y los días en que este sucede.



FUENTE: Registros de la estación Tacubaya, CNA.

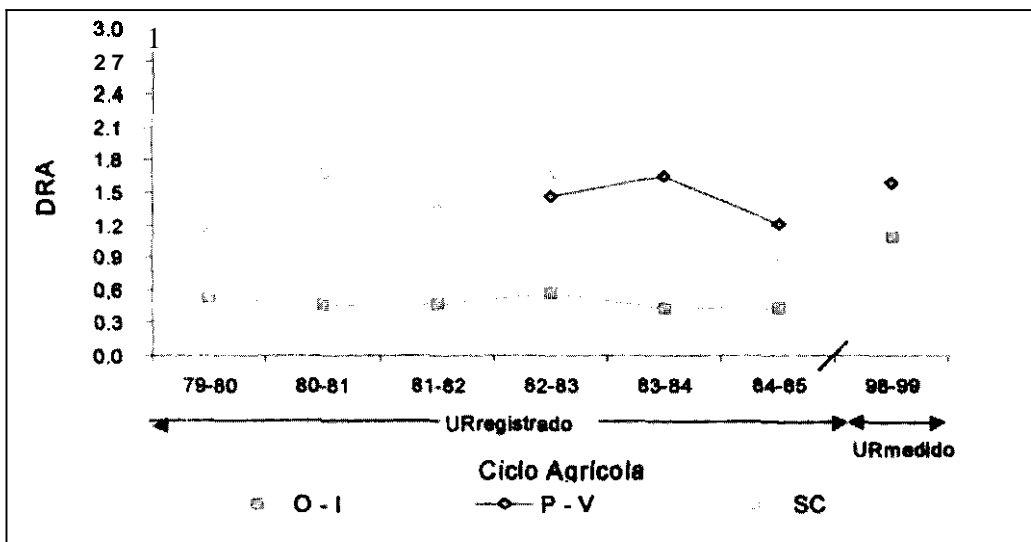
NOTA: Se consideraron precipitaciones de OI las registradas en los meses de diciembre a mayo, de PV las registradas de mayo a octubre y las de SC en los meses de junio a noviembre.

Figura 3.1. Precipitaciones pluviales registradas dentro de los ciclos agrícolas OI, PV y SC, 1979-1991 y 1998-1999.

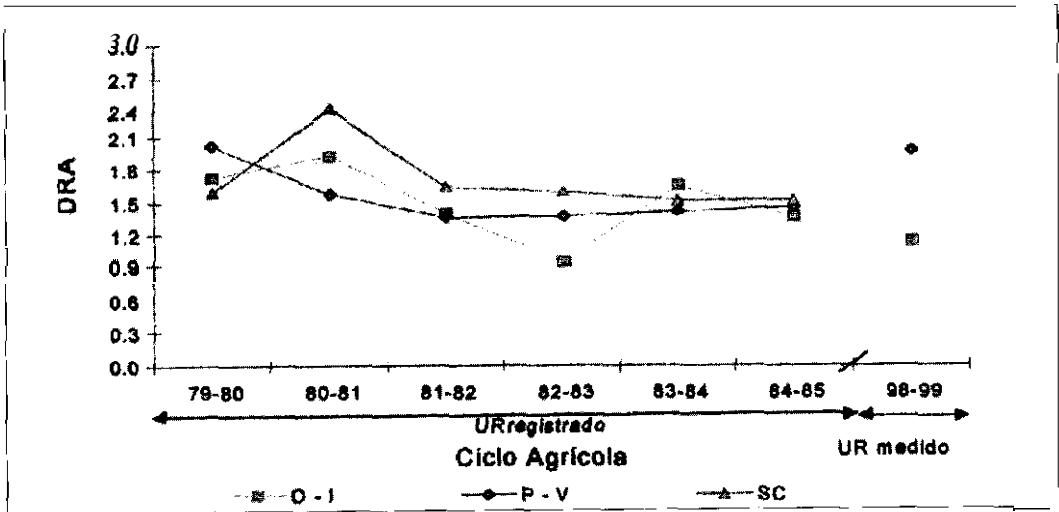
La tendencia más homogénea de los valores de DRA se observan en la UR La Gavilana para los ciclos agrícolas de OI. A diferencia de las UR de Trojes de Paul y La Golondrina que se abastecen de aguas superficiales y su disponibilidad de agua depende de las precipitaciones del ciclo que le antecede, La Gavilana se abastece de pozo y tiene disponibilidad del recurso hídrico independientemente de ello. Esto no significa que las UR que tienen volúmenes variables de agua disponible no podrían lograr una tendencia homogénea de DRA.

Si la referencia para la *planificación* de riego (formal o informal) (ver Capítulo 2) fuese realmente el *suministro* de agua para lograr un determinado grado de cumplimiento de la demanda de agua del cultivo (para obtener el rendimiento necesario), se observaría un comportamiento similar de los valores de **DRA** a lo largo de los años. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, el objetivo principal en la asignación de agua en estos sistemas es la equidad.

Con estas series históricas podemos observar que para un sistema que aplica “agua rodada” es muy difícil llegar a eficiencias altas sin el uso de tecnología. Los valores de los indicadores de **DRA** no presentan una tendencia de ascenso permanente que indique que las técnicas de riego tradicionales mejoren significativamente con el paso del tiempo.

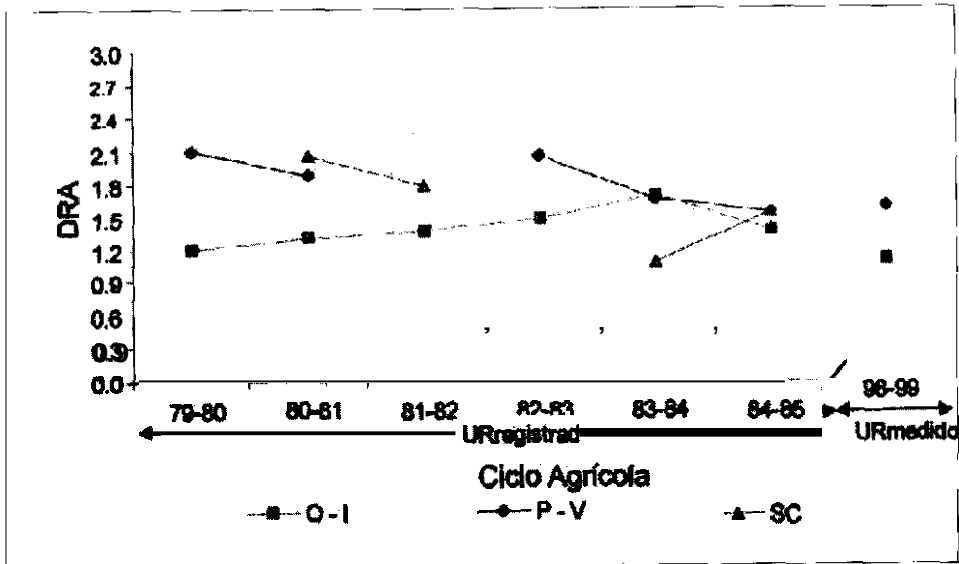


FUENTE: Jefatura de Unidades de Riego 511, Celaya. 1979-1985  
 Figura 3.2. Disponibilidad Relativa de Agua en Trojes de Paul, ciclos agrícolas 1979-1991 y 1998-1999.



FUENTES: Jefatura de Unidades de Riego 511, Celaya. 1979-1985

Figura 3.3. Disponibilidad Relativa de Agua en La Golondrina, ciclos agrícolas 1979-1991 y 1998-1999.



FUENTES: Jefatura de Unidades de Riego 511, Celaya. 1979-1985.

Figura 34. Disponibilidad Relativa de Agua en La Gavilana, ciclos agrícolas 1979-1991 y 1998-1999.

## Productividad agrícola

El manejo de agua, el empleo de tecnología y la inversión agrícola, deben estar justificados por una buena productividad agrícola. Se ha observado que existe una tendencia a invertir en mejoras a favor de la eficiencia y del buen desempeño en el manejo del agua de los sistemas de riego en función de su productividad.

Por otro lado, a nivel cuenca es muy importante el análisis de la productividad de las UR y como consecuencia, la productividad del agua en el uso agrícola. Debido a la sobre-explotación de los acuíferos y a la competencia inter-sectorial por el agua, es indispensable dar un uso productivo del recurso hídrico para garantizar o proporcionar mejores expectativas de sustentabilidad de la producción agrícola. El Valle de Pénjamo, donde se encuentran la mayoría de las UR productoras de grano que se analizan en el presente estudio, se presenta una extracción de más de 300 millones de  $m^3$  y es la zona con mayor déficit (más de 100 millones de  $m^3$ ) según datos reportados por la SAGAR en 1995. Junto con el Valle del Río Turbio y el Valle de León, forman parte de la cuenca del Río Turbio en donde casi el 90% del agua es aprovechado por el sector agropecuario.

### *Agua subterránea*

Existen diferencias en la productividad de las UR de aguas subterráneas y las de aguas superficiales principalmente debido al tipo de cultivo que se presentan en cada caso. La gran mayoría de las hortalizas, por no decir que la totalidad de ellas, se cultivan en UR que cuentan con pozos. De acuerdo a los datos reportados en el cuadro 3.5, la VBP/ha en los productores de hortalizas puede ser hasta más de 6 veces de la obtenida por los productores de granos. Sin embargo, las UR productoras de hortalizas representan sólo alrededor del 12% de la superficie cultivada por pequeños sistemas de riego (SAGAR, 1995-1996). Esto hace pensar que incluso muchas de las UR abastecidas por aguas subterráneas utilizan su sistema para la producción de granos.

Se observó que dentro de las UR productoras de granos, el número de riegos es lo que más impacto tiene en su productividad ya que existe una relación directa de Cste con el rendimiento del cultivo. Las UR que aplicaron el mismo número de riegos o lámina total de riego, presentan niveles semejantes de productividad independientemente de las otras características. Como puede observarse en el Cuadro 3.5, la productividad por unidad de superficie (VBP/ha) de las UR productoras de granos se encuentra dentro del rango de 5,400 - 8,900 1999 Mex\$ para el ciclo OI 1998-1999 y 7,000 - 10,000 1999 Mex\$.

**Cuadro 3.5. Indicadores de Productividad en las UR seleccionadas de aguas subterráneas, ciclo agrícola 1998-1999.**

Entidad de Riego	No. de Riegos	VBP/ha		VBP/m <sup>3</sup> suministrado		VBP/m <sup>3</sup> consumido	
		1999 Mex\$/ha	1994 US\$/ha	1999 Mex\$/m <sup>3</sup>	1994 US\$/ha	1999 Mex\$/m <sup>3</sup>	1994 US\$/ha
<b>OI</b>							
Productores de granos							
La Loma	3	5,470	527	1.30	0.12	*	0.10
La Gavilana	4	6,500	626	0.83	0.08	1.18	0.11
Hermanos V.	5	7,860	756	0.92	0.09	1.42	0.14
Rancho R.	3	8,250	794	1.30	0.12	1.80	0.17
El Llanito	4.5	8,880	655	0.35	0.03	1.47	0.14
Productores de hortalizas							
Rancho R.		28,800	2,773	1.87	0.18	4.16	0.40
El Llanito	6	36,363	3,502	1.93	0.19	5.44	0.52
<b>PV/SC</b>							
Productores de granos							
La Loma	1	7,000	674	3.63	0.35	1.40	0.13
La Gavilana	1	7,800	770	3.52	0.34	1.95	0.19
Hermanos V.	1	9,860	949	2.97	0.29	1.95	0.19
Rancho R.	1	9,975	961	2.35	0.23	1.93	0.19
Productores de hortaliza							
El Llanito	6	32,400	3,120	0.67	0.60	6.30	0.61

NOTAS: En las UR productoras de granos, se sembró trigo en OI y sorgo en SC. En las UR productoras de hortalizas se sembró cebolla, zanahoria entre otros y el Rancho R en especial hortalizas de exportación. La UR de El Llanito no suministró el agua demandada por la planta (DRA= 0.9) por lo que el agua consumida por la planta estará en función de la eficiencia del sistema. El valor de este indicador necesariamente tendrá que ser menor que 1999 1.30 Mex\$/m<sup>3</sup>. \* En el Rancho R se tienen dos sistemas de riego: agua rodada y riego por goteo. en el primero se aplicaron 9 riegos y en el segundo 14.

La posibilidad de dar mayor número de riegos, en el caso de aguas subterráneas, está dada principalmente por la ausencia de restricciones técnicas o económicas que no le permitan extraer agua. En el caso de La Loma, como ya se ha mencionado, se conjuntaron ambas restricciones, tuvo que interrumpir el riego por fallas técnicas del motor que no pudieron ser resueltas por falta de liquidez de los usuarios. La Gavilana empezó tarde a regar debido a una falla del transformador lo que ocasionó que no pudieran dar a sus usuarios cinco riegos.

Se observa que las UR de aguas subterráneas con menor número de usuarios resuelven con menor dificultad las tareas de mantenimiento, es posible que esto se deba a que asumen con responsabilidad individual los cuidados del equipo.

Cuando la responsabilidad es colectiva es difícil que se asuman concretamente las labores de mantenimiento y sólo responden a la reparación del equipo cuando la falla ya está presente. En la mayoría de los pozos comunitarios no existe una cuota de mantenimiento que genere un fondo suficiente para darle al equipo servicio continuo.

Una situación con la que se están enfrentando la mayoría de los pozos de la cuenca es el abatimiento de los niveles estático y dinámico<sup>10</sup> de los pozos. Los requerimientos de potencia con las nuevas profundidades de extracción superan eventualmente las características técnicas del equipo o hacen que la eficiencia mecánica baje, entonces es necesario cambiar parcial o totalmente las instalaciones, perforar a profundidades mayores o bien hacer una nueva perforación.

La carrera por la extracción de agua, además del límite de la disponibilidad del recurso, tiene un límite económico de rentabilidad y debería tener también un límite ecológico para la cuenca. En las UR estudiadas, los costos promedio de extracción<sup>12</sup> para el ciclo O1 1998-1999 fluctúan entre 0.06 y 0.22 1999 Mex\$/m<sup>3</sup>, por otro lado, como se mencionó anteriormente, representan entre el 8% y el 25% de los costos totales de producción. El costo de extracción obviamente se incrementa a medida que la potencia requerida para la extracción se incrementa, por lo tanto, dependiendo del valor bruto de la producción del cultivo, los usuarios se podrán permitir un aumento en estos costos. En la mayoría de las UR estudiadas, la capacidad del equipo de bombeo se encuentra funcionando en sus límites máximos. Según estudios realizados existe un abatimiento promedio de los mantos acuíferos de la cuenca de 2 metros anuales (Scott y Garcés-Restrepo, en prensa). En estas condiciones las UR se enfrentarán antes que con los límites económicos de rentabilidad, con la falta de disponibilidad del recurso.

En el ciclo O1, cuando la DRR y la DRA son mayores que 1, la  $\text{VBP}/\text{m}^3_{\text{consumido}}$  siempre será mayor respecto a la  $\text{VBP}/\text{m}^3_{\text{suministrado}}$  y, en el ciclo de SC o PV ocurrirá lo contrario porque la demanda de riego es mucho menor que la demanda de agua debido a las precipitaciones. La diferencia entre estos dos valores se acentúa a medida que se los valores de DRA y DRR se alejan de 1.

Cuando todo el agua suministrado es de riego como es el caso del ciclo agrícola OI, la diferencia de los valores de  $\text{VBP}/\text{m}^3_{\text{consumido}}$  y  $\text{VBP}/\text{m}^3_{\text{suministrado}}$  se podría considerar como el costo económico que representa la falta de eficiencia en el riego.

<sup>10</sup> El nivel estático es la profundidad de la superficie hasta donde se encuentra el acuífero cuando no se extrae nada del pozo.

<sup>11</sup> Los costos de extracción consideran sólo el costo eléctrico, habría que incluir también el costo de mantenimiento, costo de mano de obra y la depreciación del equipo. El costo eléctrico fue calculado como la razón entre el pago total que los usuarios hicieron a la CFE por concepto de electricidad y el volumen total de agua consumido.

Por otro lado, cuando la mayor parte del agua suministrada es de las precipitaciones pluviales como es el caso de PV y SC, la diferencia entre estos dos valores se podría considerar como el valor económico que representa el agua de lluvia en relación con el volumen aplicado al riego.

### Agua superficial

A diferencia de las UR de aguas subterráneas, las UR de agua superficial tienen la desventaja durante el ciclo O1 de no tener la alternativa de dar más riegos para elevar los rendimientos y como consecuencia la productividad. Como se puede observar en el Cuadro 3.6, en los dos ciclos agrícolas, La Golondrina presenta valores más altos de productividad respecto a Trojes de Paul sobre todo en el ciclo SC. Durante este ciclo, La Golondrina tiene la ventaja de tener una mayor capacidad de captación y almacenamiento y por lo tanto tiene la posibilidad de dar un riego de auxilio, además del riego de punteo<sup>12</sup>.

**Cuadro 3.6. Indicadores de Productividad de las Unidades de Riego seleccionadas de aguas superficiales, ciclo agrícola 1998-1999.**

Entidad de Riego	No. de Riegos	VBP/ha		VBP/m <sup>3</sup> suministrado		VBP/m <sup>3</sup> consumido	
		1999	1994	1999	1994	1999	1994
		Mex\$/ha	US\$/ha	Mex\$/m <sup>3</sup>	US\$/ha	Mex\$/m <sup>3</sup>	US\$/ha
<b>O1</b>							
<b>Agua Superficial</b>							
La Golondrina	4	8,200	790	1.22	0.12	1.59	0.15
Trojes de Paul	3	6,210	598	0.85	0.08	1.45	0.14
<b>SC</b>							
<b>Agua Superficial</b>							
La Golondrina	2	10,050	968	2.42	0.23	2.00	0.19
Trojes de Paul	1	7,000	674	2.86	0.28	1.40	0.13

**NOTA:** Para el ciclo O1 el cultivo base fue trigo, en la UR Trojes de Paul, se sembró cebada pero se hizo la equivalencia con el trigo. Para el ciclo SC el cultivo que se sembró fue sorgo.

Como hemos visto, los valores de la productividad se mejoran con la siembra de un cultivo más rentable o bien, con un número de riego suficiente para alcanzar un buen rendimiento. Desafortunadamente, como se había mencionado anteriormente, dadas las condiciones actuales de las UR que se ahastecen de aguas superficiales, ninguna de estas dos alternativas puede ser alcanzada con facilidad.

<sup>12</sup> Se conoce como riego de punteo al que se aplica en caso de que no haya llovido antes de sembrar durante el ciclo PV o SC y al riego de auxilio al que se aplica al término del mismo ciclo en caso de que no haya llovido lo suficiente y pueda perderse la cosecha o bajar el rendimiento.

Más importante aún es resaltar que dentro de estas dos alternativas hay factores externos que no garantizan el éxito de una mejora en la productividad. La infraestructura de comercialización y el control del mercado de las hortalizas ocasionan que aunque se obtenga buena cosecha no se logre vender, y por lo mismo no existan ganancias o incluso se generen pérdidas. Además, aunque se obtenga un buen rendimiento en granos el precio que se paga por ellos es tan bajo que los aumentos en productividad son pequeños.

Una vez hecho el análisis dentro de las UR seleccionadas, podemos concluir que la situación más crítica de productividad se encuentra en las productoras de granos. Merece la pena entonces que se haga un análisis más a detalle en este grupo. En el siguiente apartado, se realiza un análisis histórico en este sector que representa aproximadamente el 88% de la superficie cultivada por UR en el estado. Las UR analizadas son nuevamente La Golondrina, Trojes de Paul y La Gavilana.

### **Análisis histórico**

Las variables que intervienen en la productividad son la superficie cosechada, el rendimiento y el precio medio rural (PMR). Tanto la superficie cosechada como el rendimiento dentro de las UR productoras de granos se mantienen dentro de un rango restringido por factores internos: condiciones físicas de la UR y la misma naturaleza del cultivo. Sin embargo, el PMR como se observa en la Figuras 3.5 presenta un amplio rango de variaciones en función de factores externos que no dependen del agricultor.

Es realmente alarmante la caída tan estrepitosa que han sufrido los PMR en los últimos años: los precios del ciclo agrícola 1998-1999 para sorgo, maíz y trigo, representan respectivamente el 69%, 53% y 64% del promedio de PMR de la serie histórica 1979-1991. El maíz es el cultivo más rentable de los cultivos principales, sin embargo, su PMR es el menos estable y el que más se ha visto disminuido en relación con el precio promedio durante 1979-1990. El ciclo agrícola que parece más productivo para las UR productoras de granos es el de P-V, principalmente porque el precio medio rural más alto es el de el maíz, cultivo principal durante ese ciclo. En las series históricas de la productividad por unidad de superficie cosechada (Figuras 3.6-3.8) puede apreciarse la misma tendencia que la registrada en la serie histórica de los PMR (Figura 3.5). Esta situación nos hace pensar que el PMR es el factor externo que principalmente determina la productividad de un sistema.

La VBP/ha que se registra durante el ciclo PV 1983-1984 en La Golondrina, como se puede ver en la figura 3.6 se trata de un valor que corresponde a la productividad de jitomate. Aunque la superficie que se sembró (5 has) es despreciable en relación con la superficie total de la UR, se muestra con el propósito de ilustrar la gran diferencia entre la productividad de granos y hortalizas.

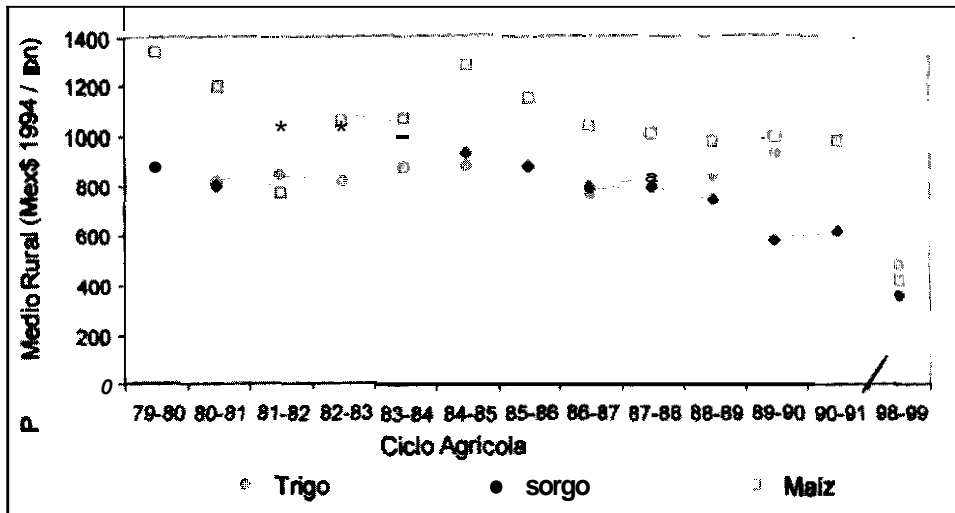
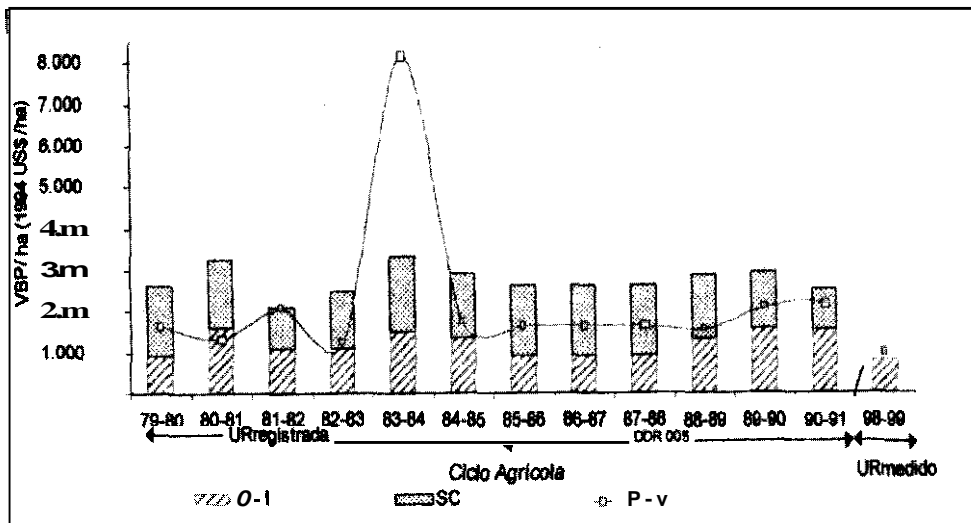
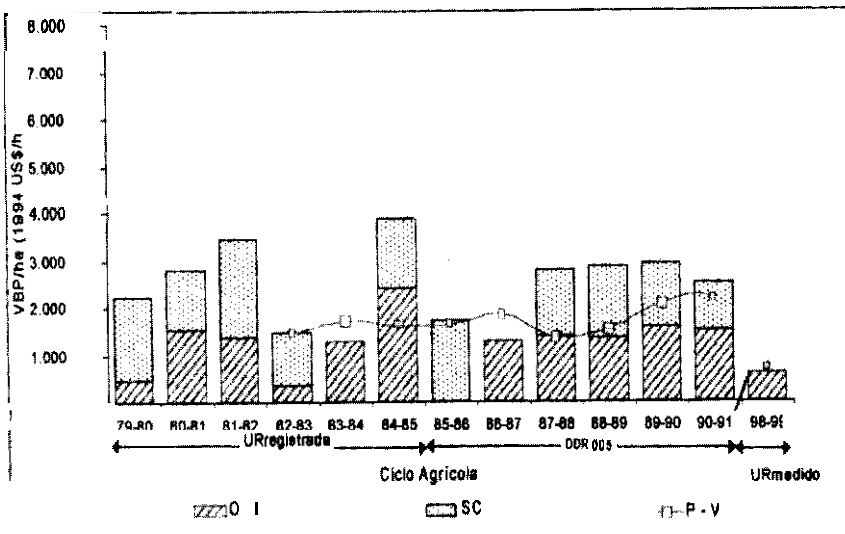


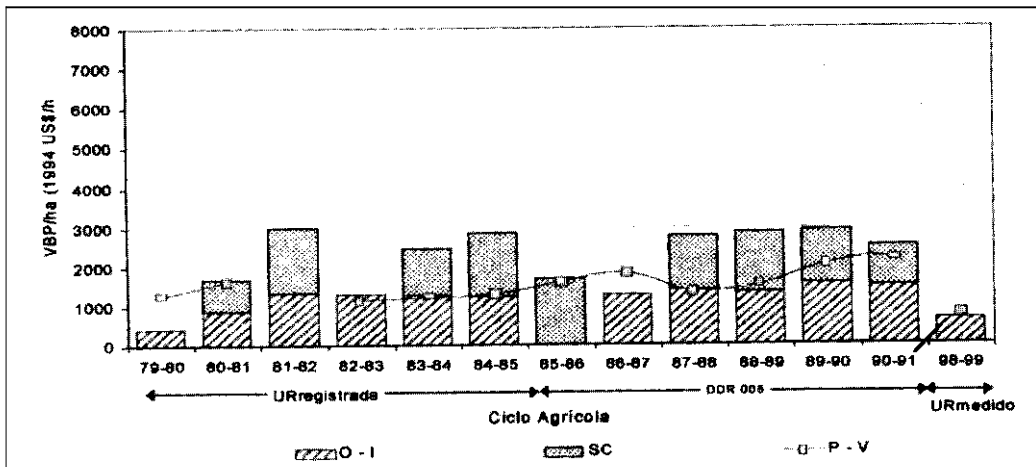
Figura 3.5. Precios medios rurales para los principales granos, ciclos agrícolas de 1979-1991 y 1998-1999.





FUENTE: Jefatura de Unidades de Riego 511, Celaya. 1979-1985; DDR 005, Cortazar 1986-1991

Figura 3.7. Producción por Unidad de Superficie en Trojes de Paul, ciclos agrícolas 1979-1991 y 1998-1999.



FUENTE: Jefatura de Unidades de Riego 511, Celaya. 1979-1985. DDR 005, Coriazar 1986-1991.

Figura 3.8. Producción por Unidad de Superficie en La Gavilana, ciclos agrícolas 1979-1991 y 1998-1999.

La Gavilana presenta en la figura 3.8 valores de productividad ligeramente más bajos de los valores correspondientes a las otras dos UR, pero se mantienen más estables a lo largo de los años y entre los ciclos agrícolas de OI y PV /SC. La Gavilana podría tener la ventaja de aventurarse a producir cultivos más rentables, pero aquí observamos las restricciones no técnicas, factores externos, que les impiden hacerlo: la comercialización y la organización para producir en sociedad como tendría que hacerse para evitar problemas de manejo del agua.

Mientras que los PMR van a la baja, los rendimientos se mantienen estables, la superficies de riego están limitadas físicamente o debido a la disponibilidad de agua. Esta situación ha ocasionado que la productividad de las UR tenga una inclinación decadente. Las alternativas que tiene el pequeño agricultor, con superficie media de 2 ha/usuario, son pocas puesto que las variables que parcialmente puede controlar, el rendimiento y la superficie cosechada ya las ha explotado.

La posibilidad de producir otros cultivos más rentables que podrían mejorar su situación, es muy difícil de ser implementada bajo el sistema tradicional de manejo del agua presente en la mayoría de las UR. Sobre todo en aquellas que se ahastecen de aguas superficiales, se requiere de transformaciones en sus sistemas de riego y en su organización para poder llevarlas a cabo. Por otro lado, los valores de productividad se ven severamente mermados con los costos de producción. En el Cuadro 3.7, se aprecia la disminución que ha sufrido utilidad del agricultor tomando como referencia los costos para el ciclo 1998-1999. En la medida que el incremento en los costos de producción por superficie aumenten desproporcionadamente en relación con los aumentos en la VBP/ha, el beneficio real obtenido por el agricultor será mínimo.

**Cuadro 3.7. Valores promedio ponderados por hectárea relativos a los costos e ingresos de la producción agrícola en el estado de Guanajuato.**

Ciclo	costos 1998-1999 (1994 US\$/ha)	VBP/ha 1998-1999 (1994 US\$/ha)
PV	632	883
OI	659	714

NOTAS: Los costos de producción presentados no incluyen los costos financieros ni de seguro. Tanto los costos como las productividades de 1998-1999 presentadas en el cuadro se basaron en datos secundarios recolectados en diversos departamentos de la SAGAR, pero principalmente se refieren a información de entrevistas directas con los usuarios. La productividad de 1998-1999, es el promedio ponderado de los valores que se han presentado en el documento.

La pequeña agricultura tiene el riesgo de convertirse definitivamente en un estilo de vida más que en un medio de sustento económico y en este sentido, el agua utilizada tiene un costo altísimo a nivel cuenca y el costo social también es considerable. Se estima que la utilidad del último ciclo

agropecuaria PV (Cuadro 3.7), que es el ciclo **más** productivo en granos, equivale **aproximadamente** a que el agricultor percibiera **un** ingreso mensual por hectárea de 50.20 1994 US\$ durante los cinco meses que dura el ciclo.

Las UR de *ejidatarios* productores de granos **son** los casos **más** críticos. La **ganancia** estimada para los usuarios de éstas UR (la superficie media por usuario en estos sistemas es de 0.5 a 2 ha), es inferior al **salario mínimo**. Se puede afirmar que el costo de oportunidad, la **remuneración** económica del trabajo que **podría desempeñar** el **pequeño** agricultor como empleado, es mayor que el beneficio económico obtenido por su actividad agrícola. **Aproximadamente** la utilidad de 3 has por ciclo equivaldría al ingreso de un **salario mínimo** mensual durante cinco meses.

### Comparación de las Unidades de Riego con los Módulos de Riego

Se dice que las UR son más productivas que los DR en términos de superficie cultivada y agua suministrada en un 37% y 78% respectivamente (FAO, 1994). Para comprobar estos indicadores porcentuales, después del análisis sobre el manejo del agua y la productividad de las UR que se ha realizado en los apartados anteriores, se realizó la comparación de éstos con los obtenidos en los Módulos de Riego (MR)<sup>13</sup> del DR 001 "Alto Río Lerma". Los indicadores que se comparan **son**: disponibilidad relativa de agua (DRA), producción por unidad de superficie cultivada (VBP/ha) y producción por unidad de agua suministrada (VBP/m<sup>3</sup> suministrado). Estos indicadores fueron calculados para los MR con la misma metodología, previamente descrita, que fue aplicada a las UR. Utilizando para ello el informe de distribución de agua y el informe de producción agrícola, tomando los valores de rendimiento a nivel de DR. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

#### *Disponibilidad Relativa de Agua*

Primeramente se muestran en el Cuadro 3.8 los valores de DRA para los MR para aguas superficiales en cuatro ciclos de 01, para ubicar cómo se ha manifestado el DRA durante estos últimos cuatro años. Los valores del ciclo agrícola 98-99 serán utilizados para la comparación con los valores obtenidos en las unidades de riego, previamente expresados. De los datos se observa que el MR que mayor DRA promedio registra durante estos cuatro ciclos es Salvatierra con 4.0 y el MR que menor DRA promedio presenta es Valle con 1.6. Esto puede ser explicado debido a que en el primero su infraestructura hidroagropecuaria se encuentra en muy malas condiciones (a la fecha opera el canal más antiguo de Latinoamérica), mientras que el

<sup>13</sup> Los Módulos de Riego corresponden a las asociaciones de usuarios de agua (AUA) formadas para llevar a cabo la transferencia de los DR. Por su ubicación y área de riego que dominan en conjunto, los MR dan forma y límites a un DR.

segundo su infraestructura es mucho mejor gran parte del canal principal tiene revestimiento de piedra, reduciendo las pérdidas por conducción.

El volumen de agua se ha reducido en todo el DR 001 "Alto Río Lenna" debido a una disminución en la captación de aguas y por consecuencia, la asignación volumétrica a los usuarios también ha sido reducida. Los MR han optado por mantener la misma superficie de cultivo a pesar de esta situación y atraído como consecuencia los usuarios han realizado un mejor manejo del agua; se observa una disminución en la lamina aplicada. Estos cambios se reflejan en los valores decrecientes de DRA desde 3.0 en el ciclo 94-95 hasta 1.6 en el ciclo 98-99.

**Cuadro 3.8. Valores de DRA para aguas subterráneas en los Módulos de Riego del DR 011 Alto Río Lerma, ciclos agrícolas de OI de 1994-1999.**

Modulo de Riego	Ciclo agrícola Otoño-Invierno			Promedio General	
	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1998-1999	
Acambaro	4.4	3.0	3.2	1.6	3.1
Salvatierra	5.7	4.5	3.6	2.2	4.0
Valle	1.9	1.7	1.4	1.5	1.6
Jaral	2.9	2.7	1.9	1.7	2.3
Cortazar	2.2	2.1	2.1	1.4	2.0
Salamanca	2.1	1.4	2.0	1.4	1.7
Irapuato	2.4	2.0	2.0	1.5	2.0
Abasolo y Corralejo <sup>14</sup>	2.0	1.8	1.8	1.5	1.6
Huanimaro	3.4	2.6	2.8	1.5	2.6
La Purisima	2.7	2.2	2.4	1.7	2.3
Promedio	3.0	2.4	2.3	1.6	2.3
Superficie(ha)	58,753	62,333	57,300	59,226	59,403
Volumen aplicado (mm <sup>3</sup> )	655,409	649,636	541,596	427,431	568,568
Lamina aplicada (mm)	112	104	95	72	96
Precipitación (mm)	107	28	93	27	64

Fuente: Adaptado de Kloezen *et al.*, 1996.

A pesar de estas mejoras en el manejo del agua de los MR, el promedio general ponderado de DRA para el ciclo OI 1998-1999, tanto para aguas superficiales como subterráneas, es mayor que el de las UR para el mismo ciclo (Cuadro 3.9). En aguas subterráneas el promedio general para MR es de un DRA 1.8 y para las UR es un DRA de 1.6. Los valores fluctúan en aguas subterráneas para MR de 2.2 a 1.3 y para UR de 2.4 a 0.9. Esta aparente ventaja en el manejo del agua en las UR puede estar relacionado principalmente con las diferencias sustanciales en las eficiencias de conducción; por cuestiones de tamaño éstas eficiencias en las UR son altas. Por otro lado, también puede estar relacionado con el manejo que se da del recurso cuando son los mismos usuarios los que deciden cuánto y cómo regar. En los MR es reciente

<sup>14</sup> Ambos módulos son abastecidos por el mismo punto de control.

aunque pueden observarse (Cuadro 3.8) tendencias decrecientes en los valores de **DRA**, el mayor control dado a los productores no ha conducido a un mejoramiento notable del desempeño operativo (Kloezen *et al.*, 1998).

**Cuadro 3.9. Disponibilidad relativa de agua en las Unidades y Módulos de Riego seleccionados, ciclo OI 1998-1999**

Agua Subterránea		DRA	Agua Superficial		DRA
UR			UR		
	Rancho R	2.4		Golondrina	1.1
	El Llanito	1.7		Trojes de Paul	1.6
	La Loma	0.9			
	La Gavilana	1.3			
	Hermanos V.	1.5			
	Promedio UR	1.5		Promedio UR	1.2
MR			MR		
	Acambaro	1.7		Acambaro	1.6
	Salvatierra	2.2		Salvatierra	2.2
	Valle	1.3		Valle	1.5
	Jaral	2.7		Jaral	1.7
	Cortazar	1.7		Cortazar	1.4
	Salamanca	1.9		Salamanca	1.4
	Irapuato	1.6		Irapuato	1.5
	Abasolo y Corralejo	1.7		Abasolo y Corralejo	1.5
	Huanimaro	1.7		Huanimaro	1
	La Purisima	1.9		La Purisima	1.7
	Promedio MR	1.7		Promedio MR	1.5

NOTA: Los valores de la DRA de las UR de El Llanito y el Rancho R. son a nivel sistema a diferencia de los valores antes presentados que separaban los valores por tipo de cultivo (hortalizas y granos).

Es importante considerar que esta discrepancia puede estar favorecida por una subestimación del área regada en los MR; las superficies utilizadas para el cálculo de estos indicadores son las reportadas en los informes. El robo de agua es frecuente y el control en su distribución no es muy efectivo (ver Capítulo 2). Otro aspecto favorable para las UR es que la supervisión de su riego es realizada por los mismos usuarios. Además, por el reducido número de socios, difícilmente encontramos lotes que superen a los 200 m de longitud y la superficie por usuario es **mas** pequeña, al igual que la red de distribución por lo tanto se reducen las pérdidas por conducción. Mientras tanto, en lo MR es frecuente encontrar lotes que superen estas longitudes y la eficiencia de conducción es mucho menor.

Los datos muestran que en aguas subterráneas la situación del DRA es mayor que en aguas superficiales, tanto a nivel general, como entre MR y UR, no es extraño entonces que la cuenca se encuentre *sobre-explotada*. El módulo Valle fue la excepción; en aguas superficiales su valor de DRA fue de 1.5 y en aguas subterráneas de 1.3. Esto puede explicarse porque el MR Valle estableció cultivos con un requerimiento de agua menor; por ejemplo es el MR Irapuato los cultivos establecidos tuvieron una demanda promedio fue de 520mm, mientras que para el MR Valle fue de **50X** mm.

**Cuadro 3.10. Disponibilidad relativa de agua en las Unidades y Módulos de Riego seleccionados, ciclo PV/SC 1999.**

Aaau Subterranea	DRA	Agua Superficial	DRA
UR		UR	
Rancho R.	1.9	Golondrina	2.0
El Llanito	2.1	Trojes de Paul	1.6
La Loma	1.5		
La Gavilana	1.6		
Hermanos V.	1.8		
Promedio UR	1.7	Promedio UR	1.9
MR		MR	
Acambaro	1.8	Acambaro	1.8
Salvatierra	2.8	Salvatierra	3.0
Valle	1.2	Valle	1.4
Jaral	2.1	Jaral	2.2
Cortazar	2.6	Cortazar	1.9
Salamanca	2.6	Salamanca	2.4
Irapuato	3.7	Irapuato	1.4
Abasolo y Corralejo	2.5	Abasolo y Corralejo	1.8
La Purisima	2.5	La Purisima	2.2
Promedio Módulos	2.3	Promedio Módulos	2.3

NOTA: Los valores de la DRA de las UR de El Llanito y el Rancho R. son a nivel sistema a diferencia de los valores antes presentados **que** separaban los valores por tipo de cultivo (hortalizasy granos). El MR de Huanimaro no tuvo producción durante el ciclo PVISC.

Como puede observarse en el Cuadro 3.10, en el ciclo PV/SC las UR presentan un promedio ponderado de DRA de 1.8, tanto en aguas subterráneas como en aguas superficiales. En los MR la DRA en aguas subterráneas fue mayor que en aguas superficiales, los valores fueron 2.4 y 2.0 respectivamente. En este ciclo la mayor parte de la demanda de agua del cultivo es satisfecha por las precipitaciones pluviales, entonces el volumen que será suministrado **no** es posible pronosticarlo. En estas circunstancias, las UR tienen mayor flexibilidad en sus

sistemas de tal forma que les permitan adecuarse de forma más rápida a las externalidades climatológicas suministrado oportunamente solo los riegos requeridos.

### **Valor Bruto de Producción por hectárea (VBP/ha)**

Los resultados indican que para ambos casos existe un mayor VBP/ha al utilizar aguas subterráneas que al utilizar aguas superficiales; para aguas subterráneas el promedio general de es (Cuadro 3.11). Como se había discutido anteriormente, los cultivos más rentables son regados en el mayor de los casos con aguas subterráneas, se espera entonces que la productividad tanto de MR como en UR abastecidas con éstas aguas, presenten mayores índices de productividad.

Dentro de los sistemas que se abastecen de pozos profundos, los MR fueron superiores que las UR en un 44 %. Debemos tomar con cautela este valor ya que existen UR de pozo con sistemas altamente productivas como es el caso del Rancho R. que su productividad por hectárea es de US\$1,837/ha, además, nuestra muestra no incluye UR con los cultivos más productivos de El Bajío (ver Capítulo 1). El impacto que tienen estos cultivos en los indicadores de productividad se ilustra en los MR de Jaral Cortazar, y Salamanca; éstos cultivan brócoli (que tiene un VBP/ha de 5,684 1999 US\$/ha) en el 32%, 13% y 19% de su superficie respectivamente y otras hortalizas como cebolla y ajo yue también son muy rentables. Generalmente en los MR existe al menos un porcentaje mínimo de cultivo de hortalizas lo que hace que en la mayoría de los casos sean mas productivos que las UR seleccionadas. El módulo la Purísima fue el que registro el VBP/ha más bajo, fue de tan solo 1,398 1994 US\$/ha; este módulo establece el 92% del cultivo de trigo. Por otro lado, los MR de aguas superficiales también presentan en un 11.2% mayor productividad por hectárea que las UR. La presencia de hortalizas regadas con aguas superficiales en los MR les da esta ventaja, en contraste, como lo se ha discutido, las UR de aguas superficiales cultivan en la mayoría de los casos sólo granos.

El comportamiento para el ciclo PV/SC presentó una situación similar que en el ciclo de OI, es decir, la producción por hectárea en los MR es mayor que en las UR, tanto en aguas subterráneas como superficiales; en aguas subterráneas los MR fueron superiores en un 28% y en el tipo de fuente superficial en un 17% (Cuadro 3.12). En este ciclo la producción de hortalizas en los MR es menor que el ciclo OI por lo que el porcentaje de mayor productividad respecto a las UR también se redujo (en OI es 44.1%). Sin embargo, vemos que el porcentaje de mayor productividad aumentó ligeramente respecto a OI (que es de 11%) en el caso de aguas superficiales.

**Cuadro 3.11. Indicadores de productividad agrícola en las Unidades y Módulos de Riego, 01 1998-1999.**

	Agua Subterránea				Agua Superficial				
	VBP/ha		VBP/m <sup>3</sup>		VBP/ha		VBP/m <sup>3</sup>		
	1999 Mex\$	1994 US\$	1999 Mex\$	1994 US\$	1999 Mex\$	1994 US\$	1999 Mex\$	1994 US\$	
UR									
Rancho R.	19,075	1,837	1.73	0.17	UR				
El Llanito	15,660	1,508	2.47	0.24	Golondrina	8,200	790	1.22	0.12
Trojesde Paul	5,470	527	2.84	0.27	Trojesde Paul	5,600	539	0.76	0.07
La Gavilana	6,500	626	0.83	0.08					
Hnos. V.	7,860	756	0.92	0.09					
Promedio UR	10,913	1,051	1.76	0.17	Promedio	10,913	1,051	1.76	0.17
MR					MR				
Acambaro	14,320	1,379	1.90	0.18	Acambaro	8,317	801	1.11	0.11
Salvatierra	19,086	1,838	2.33	0.22	Salvatierra	10,445	1,006	1.24	0.12
Valle	18,158	1,749	3.15	0.30	Valle	8,725	840	1.16	0.11
Jaral	26,550	2,557	2.74	0.26	Jaral	9,905	954	1.41	0.14
Cortazar	20,978	2,020	3.01	0.29	Coriazar	9,827	946	1.41	0.14
Salamanca	27,806	2,678	3.81	0.37	Salamanca	8,141	784	1.14	0.11
Irapuato	14,720	1,417	2.07	0.20	Irapuato	7,099	684	0.93	0.09
Abasolo y					Abasolo y				
Corralejo	15,669	1,509	2.18	0.21	Corralejo	7,173	691	1.03	0.10
Huanimaro	8,828	850	1.17	0.11	Huanimaro	6,845	660	0.97	0.09
La Purísima	8,703	838	1.14	0.11	La Purísima	8,703	838	1.14	0.11
Promedio MR	19,527	1,880	2.73	0.26	Promedio MR	8,346	804	1.16	0.11

**Valor Bruto de Producción por Unidad de Agua Suministrada (VBP/m<sup>3</sup>)**

Las tendencias registradas en este indicador están completamente relacionadas con las observadas en la productividad en términos de superficie y en la disponibilidad del recurso hídrico. En O1 nuevamente el riego con pozos profundos es el que produce un mayor valor de la cosecha por cada metro cúbico de agua que se aplica (Cuadro 3.11). La mayor discrepancia entre MR y UR en la productividad por unidad de agua suministrada se presenta en aguas subterráneas; mientras que la diferencia porcentual en aguas en las superficiales es de 9%, en las subterráneas es de 35%. Estos porcentajes corresponden a la relación con la VBP/ha aunque se ve reducido el efecto porque la DRA es menor en las UR en ambos casos.

**Cuadro 3.12. Indicadores de productividad agrícola en las Unidades y Módulos de Riego, PV/SC 1999-1999.**

	Agua Subterránea				Agua Superficial				
	VBP/ha		VBP/m <sup>3</sup>		VBP/ha		VBP/m <sup>3</sup>		
	1999 Mex\$	1994 US\$	1999 Mex\$	1994 US\$	1999 Mex\$	1994 US\$	1999 Mex\$	1994 US\$	
<b>UR</b>					<b>UR</b>				
Rancho R.	9,975	961	4.70	0.45	Golondrina	10,050	968	2.42	0.23
El Llanito	15,372	1,480	0.29	0.03	Trojes de Paul	7000	674	3.04	0.28
Trojes de Paul	7,000	674	3.63	0.35					
La Gavilana	7,800	770	3.52	0.34					
Hnos. V.	9,860	949	2.97	0.29					
Promedio UR	10,001	967	3.02	0.29	Promedio UR	8,525	821	2.73	0.26
<b>MR</b>					<b>MR</b>				
Acambaro	9,260	892	4.03	0.37	Acambaro	9,689	933	3.89	0.37
Salvatierra	9,402	905	2.54	0.22	Salvatierra	16,122	1,552	2.28	0.22
Valle	10,015	964	4.15	0.31	Valle	13,164	1,268	3.27	0.31
Jaral	12,494	1,203	1.93	0.31	Jaral	14,074	1,355	3.19	0.31
Cortazar	14,125	1,360	2.06	0.91	Cortazar	36,176	3,484	9.41	0.91
Salamanca	28,260	2,721	5.00	0.27	Salamanca	16,755	1,613	2.78	0.27
Irapuato	42,942	4,135	7.48	0.35	Irapuato	11,718	1,128	3.59	0.35
Abasolo y					Abasolo y	10,127	975	2.28	0.22
Corralejo	3,200	308	0.60	0.22	Corralejo				
La Purísima	13,237	1,275	4.20	0.47	La Purísima	18,826	1,813	2.28	0.47
Promedio MR	11,628	1,120	3.05	0.29	Promedio MR	13,902	1,339	3.02	0.29

NOTA: El MR de Huanimaro no tuvo producción durante el ciclo PV/SC

En el ciclo PV/SC, para aguas subterráneas los MR resultan tan productivos por cada m<sup>3</sup> de agua aplicado como las UR; como la lámina aplicada en PV/SC es significativamente menor en las UR (en este caso el DRA en UR 1.7 y el de los MR es 2.3), el valor de productividad por volumen de agua aplicado se compensa con la relativa menor productividad de superficie registrada respecto a los MR. Se observa que en los MR donde mayor productividad por superficie registran, también hay mayor consumo de agua por tratarse de cultivos de hortalizas; de esta forma, a pesar de tener un alto VBP, el  $VBPm^3_{suministrado}$  es menor que en los casos de los MR que cultivan granos principalmente. Tal es el caso del MR Acámbaro donde con un VBP/ha de sólo 892 1994US\$/ha, tiene un valor de 0.37 1994US\$/ m<sup>3</sup><sub>suministrado</sub>. En aguas superficiales los valores de VBP/m<sup>3</sup> sólo existe una discrepancia porcentual del 10% de los MR respecto a las UR.

## Comentarios

### *Eficiencia*

La hipótesis planteada inicialmente es parcialmente verdadera. La facilidad del manejo debido al tamaño de los sistemas de riego de las Unidades de Riego se ve favorecida únicamente en la eficiencia de conducción. Sin embargo, la eficiencia de aplicación del riego no se ve influenciada por las magnitudes del sistema, esta depende del sistema de riego utilizado. En la producción de granos e incluso de algunas hortalizas se utiliza el sistema más rudimentario de aplicación de riego (agua rodada o por inundación) y sólo sistemas más sofisticados, como lo es el riego por goteo o aspersión, están presentes en el cultivo de hortalizas. Mientras se utilice el mismo sistema de aplicación, las láminas brutas promedio aplicadas son muy similares dentro del mismo tamaño de Unidad de Riego.

En nuestra muestra de estudio, las Unidades de Riego productoras de granos de aguas subterráneas, aplicaron láminas promedio por riego de 17 a 20 cm y las de aguas superficiales, que siempre son de mayor superficie, de 22 a 24 cm. En el caso de las láminas aplicadas para las UR con producción de hortalizas la variación por riego es muy amplia; como por ejemplo tenemos el Rancho R. donde tiene un sistema de goteo aplican una lámina promedio por riego de 8 cm con una frecuencia de cada diez días y donde utiliza el riego rodado una lámina de 17 cm por riego una frecuencia de cada veinte días. De acuerdo a los datos de campo obtenidos, la lámina bruta total media ponderada es de 100 cm y las eficiencias totales fluctúan entre 60% y 70%

En muchas ocasiones lo que conduce a un manejo más eficiente del agua en las Unidades de Riego son las restricciones técnicas de sus sistemas y la carencia económica. En las Unidades de Riego más desfavorecidas, se manifiestan manejos más eficientes del agua ya que aplican menores láminas totales de riego aunque la lámina promedio por riego es muy similar. Se puede señalar que a medida que la Disponibilidad Relativa de Agua incrementa, la tendencia de los valores de Productividad por Unidad de Superficie cosechada es también aumentar. Un buen manejo del agua tendría valores de productividad altos y valores de disponibilidad relativa de agua cercanos a 1.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la disponibilidad relativa de agua (fluctúan entre 0.9 y 2.0 para el caso de las productoras de granos y para el caso de las productoras de entre 1.8 a 3.4), casi ninguno de los sistemas operan en óptimas condiciones aunque exista un volumen restringido de agua y quede superficie sin cultivarse o se den menos riegos de los que comúnmente aplican. Por lo tanto, aunque se comprobó que tienen una eficiencia aceptable para la técnica de riego que aplican, sus problemas de agua no están resueltos y parece que sólo con cambios drásticos en las técnicas de riego (como lo es el riego presurizado: aspersión o goteo) podría modificarse sustancialmente las eficiencias de aplicación.

Sin embargo, estos cambios sólo resultarían redituables si se producen hortalizas y se logran introducir al mercado satisfactoriamente.

### ***Productividad***

La productividad de las Unidades de Riego no está directamente relacionada con la responsabilidad de los usuarios por el mantenimiento de la infraestructura y la producción agrícola como se había planteado en la hipótesis inicial. Otros factores externos son los que determinan principalmente sus índices de productividad, entre éstos encontramos los precios medios rurales y la estructura comercial que no permite la diversificación a cultivos más rentables como lo son las hortalizas. Las Unidades de Riego que han logrado superar estas barreras lo han hecho gracias a una organización sólida y por contar con asesoría oportuna, estos aspectos están presentes generalmente en función de la solvencia económica. El caso de las Unidades Productoras de granos es el más crítico, representan el 88% de la superficie cultivada en Guanajuato y sus productividades oscilan entre 5,400 y 10,000 1999 Mex\$/ha (568 y 1,053 1999US\$/ha). En contraste las productoras de hortalizas tiene valores de productividad hasta 6 veces más altos.

En últimas fechas es cuestionable lo que se dice respecto a la mayor productividad de las Unidades de Riego en contraste con la de los Módulos. Es necesario tener una muestra de estudio mas amplia para llegar a conclusiones definitivas y es imprescindible hacer un análisis de fondo sobre los patrones de cultivo registrados en ambas modalidades de riego (Unidades de Riego y Distritos de Riego). Finalmente es el indicador principal, dadas las condiciones del sector agrícola, de la productividad por unidad de superficie sembrada. En igualdad de valor bruto de producción por hectárea y mismo sistema de aplicación de riego (agua rodada, riego localizado, o riego por aspersión), las Unidades de Riego siempre tendrán mayor productividad por unidad de agua suministrada gracias a su eficiencia de conducción y a la flexibilidad de manejo de su sistema.

### **Anexos**

#### ***Demanda de agua y riego de los cultivos principales obtenidos mediante CROPWAT***

Para estimar la demanda de agua y de riego del cultivo, se usó el programa CROPWAT elaborado por la FAO y los datos climatológicos de la estación meteorológica mas cercana a la entidad de riego correspondiente. Para las UR seleccionadas en el valle de Pénjamo (La Golondrina, La Gavilana, Trojes de Paul, La Loma y Hermanos V), la estación Tacubaya (Latitud 20° 18' 22" N, Longitud 101° 46' 51" W, Altitud 1700 msnm) es la estación más cercana. Las otras dos estaciones utilizadas fueron la estación Irapuato (Latitud 20° 41' 22" N,

Longitud 101°21'22" W, Altitud 1733 msnm) para la UR de El Llanito y lade Salamanca (Latitud 20° 33' 30" N, Longitud 101° 11' 54" W, Altitud 1733 msnm) para la UR Rancho R.

Para la estimación de los indicadores en las series históricas, las temperaturas miximas y mínimas que se utilizaron son valores promedios mensuales de los valores registrados en el período 1979-1999 en la estación meteorológica de Tacubaya. Un análisis estadístico de este conjunto de datos arrojó valores de coeficientes de variación dentro de un rango de 0.03 a 0.07 para las temperaturas máximas mensuales, valores dentro de un rango de 0.1 a 0.8 para las temperaturas mínimas mensuales de marzo a noviembre y valores de coeficientes de variación mayores de 2.0 para los meses de diciembre. De esta manera, se utilizan valores promedio en las temperaturas para todos los años de las series históricas sin temor a caer en errores importantes de órdenes de magnitud en la estimación de las demandas con el programa CROPWAT.

**Cuadro A3.13. Resultados de CROPWAT del Cálculo de Evapotranspiración de Referencia.**

Reference Evapotranspiration E <sub>to</sub> according Penman-Monteith							
Country:	México		Mateo Station:	Tacubaya			
Altitude:	1700 meter		Coordinates:	20.31 N.L.	101.78W.L		
Month	Max. Temp °C	Min. Temp °C	Humid %	Wind Km/day	Sunshine hours	Sol. Radia MJ/m2/day	E <sub>to</sub> - PenMon mm/day
January	27.7	-1.1	59	99	7.4	15.6	3.1
February	29.1	0.7	52	117	8.5	18.9	4.0
March	31.3	2.2	52	130	8.7	21.4	4.8
April	33.1	5.8	45	121	8.2	22.0	5.2
May	34.5	8.6	50	129	7.6	21.4	5.4
June	33.4	9.9	62	139	6.5	19.6	5.1
July	30.3	10.7	67	121	5.8	18.5	4.5
August	29.1	10.0	68	113	6.8	19.8	4.4
September	29.2	9.2	70	130	5.8	17.4	4.1
October	29.3	5.2	64	117	6.9	17.3	3.9
November	28.9	2.6	61	95	7.2	15.8	3.3
December	28.4	0.5	63	77	6.2	13.6	2.7
YEAR	30.4	5.4	59	116	7.1	18.4	1537

Los valores de humedad relativa, velocidad de viento, horas luz y radiación, son producto de una extrapolación de valores promedios de series históricas registradas en las estaciones de Guanajuato y Morelia, estaciones más completas de la zona que tienen disponible esta información<sup>15</sup>. En el cuadro A 3.1 se muestran los valores obtenidos de  $ET_0$  que fueron utilizados en la estimación de la evapotranspiración de cultivo ( $ET_c$ ). Debido a que se utilizaron valores promedio en el cálculo de  $ET_0$ , se obtuvieron demandas de agua para cada uno de los cultivos iguales para todos los ciclos agrícolas. Sin embargo, como se muestra en el Cuadro A 3.2, la demanda de riego sufrió variaciones en función de la precipitación pluvial como era de esperarse.

Cabe mencionar que dicho programa aplica el método Penman Monteith en el cálculo de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) y además explicar las consideraciones que se tomaron al utilizar los datos requeridos. En el Cuadro A 3.2 se presentan los valores obtenidos para la demanda de agua y de riego de los principales cultivos.

**Cuadro A3.14. Demandas de Agua y de Riego calculadas para los cultivos principales de las Unidades de Riego Seleccionadas.**

Ciclo	Cultivo	Demanda de Agua (mm/ciclo)	Demanda de Riego (mm/ciclo)									
			79-80	80-81	81-82	82-83	83-84	84-85	86-87	89-90	90-91	
OI	Cebada	460	402	-					-	456	441	458
	Garbanzo	377	232	279	311	295	293	327	-			
Maíz		620	550	548	536	-						
	Trigo	588	-	531	540	532	546	575	580	553	585	
PV	Maíz	603	258	223	-	174	169	251	-	278	202	
	Sorgo	516	-	153	-	108	97	178	-	213	135	
SC	Maíz	559	293	-	-	243	796	-	-	256	267	
	Sorgo	482	228	227	223	176	172	224	-	180	195	

Nota: en los años donde no aparecen valores de demanda de riego es porque no se reportó el respectivo cultivo.

### Referencias Bibliográficas

CNA-GDUR (Comisión Nacional del Agua - Gerencia de Distritos y Unidades de Riego), 1994 *Producción de los Distritos de Riego en 1993* Documento interno de la Gerencia de Distritos y Unidades de Riego (GDUR).

<sup>15</sup> Datos climatológicos utilizados previamente por el Instituto Internacional del Manejo del Agua en el cálculo de indicadores de desempeño (Kloezen y Gracés-Restrepo, 1998).

- CNA/CP (Comisión Nacional del Agua/Colegio de Postgraduados). 1998. *Diagnóstico preliminar sobre superficies regables y volúmenes requeridos en las Unidades de Riego Organizadas y sin organizar*. Montecillo, Estado de Mexico. CNA, Subdirección General de Operación, coordinación de Uso Eficiente del Agua y la Energía Eléctrica.
- Doorenbos, J. y W. O. Pruitt. 1975. *Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage*, Boletín No. 24. Roma, Italia. FAO.
- Kloezen, W y Carlos Garcks-Restrepo. 1998a. *Evaluación del Desempeño del Riego con Indicadores Comparativos: El caso del Distrito de Riego Alto Río Lerma, México*. Informe de Investigación 22. Colombo Sri Lanka; Instituto Intermancional del Manejo de la Irrigación (IIMI).
- Kloezen, W., Carlos Garcés-Restrepo y S. H. Johnson III. 1998b. *Los impactos de la transferencia del manejo del riego en el Distrito de Riego Alto Río Lerma, en Mexico*. Informe de Investigación 15 Es. Colombo Sri Lanka; Instituto Intermancional del Manejo de la Irrigación (IIMI).
- Levin, Gilbert. 1999. *Entendiendo el comportamiento del Riego: La disponibilidad relativa del agua como variable explicativa*. Serie Latinoamericana: No. 6. IWMI.
- Levine, Gilbert, 2000. *Implications of Irrigation Sector Evolution on Sustainability of Irrigation Systems Transfer*. En Christopher A. Scott, Philippus Wester, y Boris Marañón Pimentel (eds.). Memorias del Seminario Internacional «Asignación, Productividad y Manejo de Recursos Hídricos en Cuencas». Guanajuato, Gto., MEXICO. 7-9 mayo del 2000.
- Palacios-Vélez, Enrique. 1997. *XIV. Las Unidades de Riego o Pequeña Irrigación*, En Tomás Martínez y Jacinta Palerm (eds). *Antología sobre el Pequeño Riego*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1991. Delegación Estado de Guanajuato. Programa de Control y Supervisión de la Operación y Coordinación de Enlaces de Ingeniería Agrícola. Celaya, Guanajuato. México: SARH (información no publicada).
- SARH-DGEIAF (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos – Dirección General de Estadística e Informática Agropecuaria Agropecuaria y Forestal). 1994. *Estadística de la producción Agrícola Nacional de 1993*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México.
- Scott, Christopher A y Carlos Garcks-Restrepo, en proceso de publicación. “Conjunctive management of surface water and groundwater in the middle Río Lerma Basin, México,” en la publicación *Integrated River Basin Management* de Asit K. Biswas y Cecilia Tortajada (editores). Nueva Deli, India: Universidad de Oxford.
- Scott, Christopher A. y Paula Silva-Ochoa. *Equity and productivity of the Water Harvesting irrigation: two cases from the Lerma-Chapala basin, Mexico*. Artículo en revisión para la revista “Water Policy”.

#### 4 REFLEXIONES SOBRE LA SOSTENIBILIDAD Y PERSPECTIVAS DE LAS UNIDADES DE RIEGO

*Paula Silva-Ochoa, Christopher A. Scott y Gabriela Monsalvo-Velázquez*

Además de cumplir con el objetivo de analizar la veracidad de los “mitos” que se han generado en relación a las Unidades de Riego (UR) en México, nos interesa aportar reflexiones sobre la sostenibilidad de los sistemas de *pequeña irrigación* y aventurarnos a hacer un análisis de sus perspectivas. Aunque la muestra de nuestro estudio no tiene la representatividad estadística necesaria para comprobar esto en forma definitiva, los resultados de los indicadores proporcionan un panorama que se podría extender a las UR en el estado de Guanajuato con características similares, mismas que se detallan en el capítulo 1 de la presente publicación. De esta manera pretendemos realizar una reflexión global con la finalidad de contextualizar la importancia de las UR en México, la otra mitad del subsector riego, en función de la aportación presente y de la futura que se podría esperar de ellas.

A grandes rasgos se puede definir sostenibilidad como una condición en que los sistemas naturales y sistemas sociales sobreviven y crecen juntos; de manera armónica para generaciones presentes sin comprometer la seguridad de generaciones futuras. Esto implica que existe la capacidad de superar las crisis internas y externas que se presenten. Para ser sostenible, el proceso de desarrollo debe proteger y restaurar los sistemas naturales, fortalecer el bienestar de la población y mejorar la economía. Desgraciadamente, estos tres objetivos muchas veces son incompatibles. Por lo tanto, el desarrollo sostenible es, fundamentalmente un asunto de manejo; de considerar cuidadosamente las opciones basadas en información oportuna sobre los temas económicos, sociales y ambientales, y con una comprensión profunda de las interacciones entre estos temas (Scott *et al.*, 1998).

En este sentido, para hablar sobre la sostenibilidad de las UR y evaluar si estos sistemas tienen la capacidad de superar las crisis internas y externas, se tiene que hacer una clara distinción entre los factores internos y los externos que determinan esta capacidad. Una vez hecha esta distinción se puede entonces asignar responsabilidades y establecer planes de acción. Es necesario hacer esta evaluación desde cada uno de los tres objetivos que anteriormente han sido mencionados: proteger y restaurar el sistema natural, fortalecer el bienestar de la población y mejorar la economía.

## Protección y restauración del sistema natural

Para el caso de las UR, el sistema natural se trata de la fuente de abastecimiento (aguas subterráneas y superficiales) y del sistema de riego (infraestructura para la **conducción** y **aplicación** del riego); **pero en un sentido más amplio** abarca la Cuenca Lerma-Chapala a la cual pertenece las UR estudiadas. En este análisis, el **significado de protección** corresponde a las medidas preventivas de mantenimiento y de manejo para un uso racional del recurso hidrico, y la restauración se refiere a las acciones de mejora y reparación del sistema.

En primera instancia, con respecto a la **protección** y restauración de las fuentes de abastecimiento y de los sistemas de riego, se observa en la **mayoría de los casos** poca capacidad para afrontar satisfactoriamente las crisis de escasez de agua (**sobre todo subterránea**) y para mejorar o mantener el sistema de riego en buenas condiciones de operación. Es decir, **no** se encuentra en una **condición** sostenible. La **inversión económica** requerida para ello está condicionada por la productividad de la UR. Especialmente las productoras de granos que son las menos productivas (ver Capítulo 3), el tomar medidas de prevención y dar mantenimiento adecuado a sus sistemas de riego implica que sacrifiquen o inviertan parte de su lacerado beneficio económico. Sin embargo, algunas medidas de orden organizativo (ver Capítulo 2) podrían ayudar sustancialmente en la mejora del manejo del agua y del sistema sin implicar necesariamente un costo económico fuera de su alcance.

La ausencia de cuotas por el servicio de agua a los usuarios (ver capítulo 2) es un importante factor intemo que debe ser atendido por los usuarios de las UR. De la misma forma, debe procurarse una mayor solidez organizacional que le proporcione representatividad en formas como Sociedades de Producción Rural de R.I.(Responsabilidad Ilimitada) o R.L. (Responsabilidad Limitada). Bajo esta personalidad jurídica, tienen la posibilidad de captar fondos y programas de apoyo gubernamental para el mejoramiento de la infraestructura de su sistema de riego, siempre y cuando tengan liquidez económica para aportar la parte que les corresponde de la **coInversión** (ver Capítulo 1).

El manejo inadecuado de la cuenca no puede ser resuelto directamente por los usuarios del **pequeño riego**, pero la asignación adecuada del recurso hidrico dentro de su sistema es su responsabilidad. Cabe señalar que uno de los retos, tanto para las UR como para los MR, es su participación **dinámica** en la organización a nivel estatal en el uso agrícola del agua. En las aguas subterráneas es importante por el costo que implica la extracción y en las superficiales porque es un factor determinante en el rendimiento de los **cultivos**<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> En el capítulo 3 se discute que las UR de aguas superficiales al tener un cierto volumen disponible de agua, recurren a mecanismos de asignación en función de la superficie y numeros de riego. De esta manera su manejo puede llegar a ser más racional aunque en ocasiones es a costa de su productividad

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre la disponibilidad relativa de agua en las UR estudiadas (ver Capítulo 3) casi ninguna UR opera bajo riego deficitario (aplicación de volumen de agua por debajo de la demanda estimada del cultivo que intenta optimizar la relación beneficio-costos). Se habla de volúmenes insuficientes de agua para riego, en algunas ocasiones queda superficie sin cultivarse o se dan menos riegos de los que comúnmente aplican. Esto indica que aún queda un margen para mejorar el manejo del agua y por lo tanto, la planificación en la asignación de volúmenes de riego en función de datos reales de demandas de agua del cultivo (ver Capítulo 3) es otro factor que debe ser atendido dentro de la UR. Es evidente que la asistencia técnica para aquellas UR que no tienen acceso a los canales de información o a la consultoría privada, deber ser proporcionada por instancias gubernamentales.

La Cuenca Lerma-Chapala en México, tiene una demanda total de agua consumida que significativamente excede la disponibilidad de agua (de Anda *et al.*, 1998; Consejo Consultivo, 1991). Las fuentes superficiales y subterráneas de la cuenca son objeto de una competencia desenfrenada y rápido agotamiento, mientras que la calidad del agua es una gran preocupación (Mestre, 1997). La Comisión Nacional del Agua (CNA), autoridad de la cuenca, no calcula anualmente los balances de agua, y es difícil cuantificar la dimensión del agotamiento del recurso hídrico a nivel de cuenca por falta de datos precisos del área cultivada, particularmente relativa a la *pequeña irrigación*.

Los abatimientos de los mantos freáticos y la disminución de los volúmenes de escurrimiento que afectan a las UR en Guanajuato son consecuencias de la sobre-explotación existente en la cuenca; Flores y Scott (2000) mencionan para el caso específico de la microcuenca del Río del Cubo, en el estado de Guanajuato, que existe una relación directa entre los escurrimientos y las recarga a los acuíferos, de tal forma que a medida que se abatan los niveles freáticos disminuyen los escurrimientos.

Una de las razones de la sobre-explotación de los acuíferos es el aumento de las superficies de regadas en UR. La superficie cosechada en la agricultura bajo riego prácticamente ha permanecido constante, a pesar de que ha disminuido la superficie regada por DR, gracias a que la superficie cosechada en la *pequeña irrigación* ha aumentado, principalmente a partir de 1980 (CNA/CP, 1998). La mayor parte de la superficie nueva es regada con agua de pozos profundos, las UR de aguas superficiales se han deteriorado y han dejado de producir (se les puede atribuir a éstas las 856,000 ha de las UR, incluyendo SC, que ya no son cultivadas en el país). Por un lado, las estadísticas señalan la existencia en el estado de Guanajuato de 4,842 UR de pozos profundos y 1,718 pozos particulares y oficiales<sup>17</sup> dentro del Distrito de Riego (DR) principal del estado, No.011 "Alto Río Lerma" (ver Capítulo 1), y por otro la Comisión Federal de Electricidad (CFE) reporta 15,711 usuarios de Tarifa 09 y 9M (que es la tarifa que le corresponde al riego agrícola) (1999).

<sup>17</sup>

Los pozos que son manejados dentro de los Distritos de Riego se les llama *oficiales*.

La garantía de la sustentabilidad del sistema natural que abastece a las UR, quedará determinada por la combinación de acciones tanto a nivel local, como a nivel cuenca y nacional. Es evidente la necesidad de acciones inmediatas en todos los niveles, las implicaciones de postergarlas trasciende a todos los sectores productivos. La combinación de factores hidrológicos, económicos e institucionales, puede ser capaz de estabilizar el uso del agua subterránea. Las consecuencias y alternativas de solución se exponen con mayor detenimiento en el análisis de perspectivas.

### **Fortalecimiento del bienestar de la población**

La *pequeña* irrigación aporta bienestar a la población tanto por ser parte del sector rural como por su concepción en sí misma. No se sabe exactamente el número de usuarios involucrados en la producción agrícola de UR. Dentro de las registradas, que son alrededor de la mitad que hay en México, existen 574,338 usuarios (ver Capítulo 1).

La estructura organizacional de las UR de tenencia ejidal propicia un esquema de participación que fomenta valores sociales como la equidad, sentido de pertenencia, solidaridad. Entre más pequeña es la UR se favorecen las relaciones de equidad y aparece la participación directa de las mujeres (ver Capítulo 2). Por otro lado, aquellas UR de *pequeños propietarios* que han logrado desarrollarse como agroindustrias y posicionarse en el mercado internacional o local de manera importante, representa una importante fuente de trabajo. En Guanajuato, el 20.8% de la población económicamente activa se ocupa en actividades agropecuarias (INEGI, 1997a). En este sentido, la *pequeña irrigación* tiene mecanismos efectivos para el fortalecimiento de bienestar a la sociedad.

Otros factores que determinan la productividad de las UR, ponen en riesgo la sostenibilidad del bienestar social que propicia el acceso autónomo al agua. La poca rentabilidad de la producción agrícola esta convirtiendo a la agricultura en una actividad económica residual fomentando la búsqueda de otras fuentes de ingreso; la migración del campo a la ciudad o a Norteamérica, empleo en las ciudades o en la industrias. Además, ésta circunstancia ha llevado al escenario a mujeres que no solamente se responsabilizan de sus hogares sino que tienen que asumir las responsabilidades de la parcela (ver Capítulo 2). La población rural continúa descendiendo; mientras en 1950 representaba el 64.2% de la población nacional, en 1995 agrupa solo al 26.5% de la población total (INEGI, 1997b).

Una vital labor que cumplen las UR en México a favor del bienestar de la población es la producción de alimentos; producen 26% del valor de la producción agrícola (incluyendo superficie de temporal y riego) con sólo el 10.6% de la superficie total sembrada (temporal y riego) (CEA/GDUR, 1997). Dadas las condiciones actuales de mercado y económicas, la *pequeña irrigación* no ha logrado satisfacer la demanda nacional de alimentos.

El crecimiento de la población ha rebasado al producto del sector primario, lo cual ha obligado al gobierno federal a importar ingentes cantidades de productos agropecuarios, principalmente granos básicos y oleaginosas. El sector primario ha tenido una tasa de crecimiento negativo del 6% en el primer semestre de 1998 (CNA/CP, 1998). A continuación se abordarán las posibles causas de éste retroceso relacionado con la productividad de las UR.

### Mejora de la economía

Existe una clara distinción entre la productividad de la *pequeña irrigación* por tipo de cultivo y tenencia de tierra (ver Capítulo 2 y 3). Las UR realmente productivas son las productoras de cultivos hortofrutícolas y generalmente son manejadas por *pequeños propietarios*; pueden ser hasta 6 veces más productivas por hectárea que aquellas que producen granos. De esta forma sólo el 12% del *pequeño riego* que se dedica a la producción de hortalizas (ajo, brócoli, calabacita, cebolla, chile, papa, fresa y espárrago) en Guanajuato (Cruz, 1995) cumple con el objetivo de mejorar la economía de los usuarios y de las familias que dependen de él. Sin embargo, no debemos olvidar que detrás de las UR, así como de los productores agrícolas en general, existe toda una serie de empresas que prestan sus servicios suministrando los insumos agrícolas requeridos y que, independientemente del beneficio económico que el agricultor genere, éstas han seguido recibiendo la remuneración correspondiente. En este sentido, se observa una agricultura subsidiada por el mismo agricultor (ver Capítulo 2).

Ante las políticas macroeconómicas neoliberales que intentan evitar la intervención del estado, no parecen claros los límites de responsabilidad para cumplir con una sostenibilidad económica. Mientras éstos se definen, las diferencias en productividad entre las UR continúan acentuándose. Es evidente que las condiciones externas no han propiciado la rentabilidad económica de la mayoría de las UR. Los programas de apoyo gubernamentales (ver Capítulo 1) han favorecido principalmente a las UR que reúnen condiciones de liquidez económica y los subsidios en los precios de los productos agrícolas así como en la tarifa eléctrica (09 y 9M) han ido disminuyendo.

No obstante las condiciones externas, existen algunos factores internos que también entorpecen la re-activación económica del *pequeño riego*. Entre éstos factores encontramos principalmente el arraigo a los cultivos tradicionales (granos), la equidad en la distribución del agua a costa de una disminución en la productividad y la ausencia de una estructura organizacional que sirva de vínculo en la comercialización y logre reducir los costos de producción. Ante este panorama de la sostenibilidad de las UR que se ha presentado, podemos realizar algunos pronósticos y presentar alternativas para lograr los objetivos que en términos generales la sostenibilidad se propone.

## Perspectivas

La sostenibilidad del sistema natural que abastece de agua a las UR presenta retos muy grandes para el manejo de cuencas. Para los usuarios significa un cambio substancial en su concepción de manejo del agua. Por otro lado, el bienestar social que hasta ahora ha proporcionado el *pequeño riego*, se ve amenazado por la baja productividad agrícola. Se puede decir entonces que la sostenibilidad de las UR está determinada principalmente por la productividad que se obtenga a partir de su explotación agrícola, en combinación con las circunstancias de asignación inter-sectorial de agua que se generen. El control directo que ejercen los productores sobre su sistema no les proporciona por sí solo un incentivo para mejorar su desempeño operativo ya no ven en su labor remuneración económica suficiente. Mientras su producción agrícola no represente un beneficio económico no tiene sentido ni tampoco existe la posibilidad de hacer mejoras en su sistema de riego.

Para asegurar la continuación de la productividad, sostenibilidad y equidad de los recursos de agua de la cuenca, los mecanismos de asignación deben adelantarse a los rápidos cambios en los patrones de la demanda hídrica. El crecimiento urbano junto con la creciente industrialización en la cuenca, ha generado una significativa demanda que tiene que ser satisfecha a través de la re-asignación de agua que actualmente es utilizada en el riego agrícola. Los arreglos correspondientes deberán ajustarse a los patrones presentes y futuros de demanda, a los derechos existentes de agua y a los sistemas de distribución; además debe pagarse una compensación a los grupos que ceden agua. Estimaciones del valor marginal<sup>18</sup> de los diferentes sectores demuestran claramente que el valor acumulado en el uso de agua urbano podría permitir la compensación de los beneficios perdidos en la agricultura (Scott *et al*, en prensa).

La magnitud financiera de estas transferencias, junto con implicaciones económicas mayores de demanda de energía y producción agrícola resultado de estas transferencias, requiere mejor escrutinio de los mecanismos de asignación de agua en la cuenca. Dentro del nascente mercado de aguas aun no se tiene claridad sobre el futuro del *pequeño riego*. Seguramente estará ligado a su productividad; en la medida en que la agricultura no sea rentable las UR pueden dejar de producir y sus derechos de agua serán una opción de compra para otros sectores o incluso dentro del mismo sector para aquellas UR que se mantengan en la competencia. Puede ser también que por su baja productividad por m<sup>3</sup> junto con la creciente competencia inter-sectorial por el recurso hídrico, se re-asigne su agua a otros sectores más productivos o bien, se decida no permitir la transferencia de

<sup>18</sup> El valor marginal se refiere al beneficio monetario que se recibiría si existiera una unidad adicional del recurso. El valor marginal más alto en la Cuenca Lerma-Chapala se encuentra en el uso industrial (1999 US\$ 0.86 – 1.34/m<sup>3</sup>) seguido por el uso comercial (1999 US\$ 0.26 – 0.94/m<sup>3</sup>) y uso doméstico (US\$ 0.24 – 0.46/m<sup>3</sup>); los precios más bajos estimados corresponden al uso agrícola diferenciado por fuente de aguas superficiales (1999 US\$ 0.06 – 0.24/m<sup>3</sup>) y fuente de aguas subterráneas (US\$ 0.07 – 0.72/m<sup>3</sup>). (Scott *et al*, en prensa).

productivos o bien, se decida no permitir la transferencia de derechos con el objetivo de frena la sobre-explotación. Es importante considerar las implicaciones sociales que la transferencia de aguas conlleva; al reducirse la superficie regada por este motivo, se reducen las necesidades de mano de obra y la actividad rural propiciando una reconversión de actividades (del agrícola al industrial o de servicios).

Por otro lado, en la asignación masiva a nivel cuenca de volúmenes de agua hacia otros sectores, las UR tiene la ventaja de ser autonomas e independientes. Debido a su dispersión no es factible la distribución de sus aguas superficiales en otros niveles que no sean locales. Por este motivo, las UR podrían ser la parte del subsector riego menos vulnerable a las consecuencias de las tendencias de re-asignación de agua hacia otros sectores. Encontramos que en 14 estados de México (Campeche, Colima, Distrito Federal, Estado de México, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tlaxcala, Yucatán y Zacatecas) de los 32 existentes, la superficie en UR supera a la de los DR. Esto nos hace pensar que el mercado de aguas puede darse principalmente en ciertas zonas del país.

En las acciones a favor de la sostenibilidad del sistema natural, las UR representan un campo de acción potencial que por sus características (tamaño y número de usuarios) es más factible tener éxito en las mejoras de los sistemas de riego y a un menor costo comparado con los DR. Un ahorro del 10% de agua, que podría obtenerse con mejoras en eficiencia o en su manejo, representa un volumen<sup>1</sup> de 3,491 millones de m<sup>3</sup> que equivale al consumo anual de alrededor de 48 millones de personas o el ahorro para el sector agrícola de 209'460,000 1999 Mex \$ o la posibilidad de regar otras 303,565 ha.

La baja productividad presente en la mayoría de las UR es un problema general del sector agrícola nacional; se debe principalmente a la alarmante baja de los precios medios rurales de los cultivos básicos (ver Capítulo 3) y a la incapacidad de la estructura comercial para hacer viable la producción de cultivos pedecederos que generalmente son lo más rentables. El marco de libre mercado que ha sido gestado por el gobierno federal no garantiza en sí mismo la igualdad de circunstancias para que Cste se de en forma genuina. El estado debe aportar una visión global para darle un rumbo concreto a la producción agrícola, es decir, debe implementar ciertos mecanismos de planificación de siembra en función de los nichos de mercado existentes. La intervención gubernamental es imprescindible para impulsar las UR que han quedado rezagadas y fomentar una comercialización con igualdad de oportunidades para diversos productores. Se requiere de programas de apoyo diseñados para las necesidades de los pequeños agricultores mas necesitados, enfocados no sólo en la implementación sino en la capacitación y asesoría (jurídica, técnica, operativa, administrativa y de comercialización). De esta manera, se podría atacar de fondo la actitud receptiva propiciada por el paternalismo de gobiernos anteriores.

<sup>19</sup> Para estas estimaciones se consideró un consumo diario per cápita de 200 litros, un costo medio ponderado del agua en las UR estudiadas de 0.06 1999 Mex\$/ m<sup>3</sup>, (ver Capítulo 3) y una lámina de 115 cm (ver Capítulo 3).

Es evidente que la globalización, tanto de los mercados como también de las formas de producción agrícola, ejerciera una fuerte influencia sobre la sostenibilidad futura de las UR en México. De hecho, estos procesos ya se habían iniciado en México en forma clandestina antes de que el “libre comercio” se convirtió en el lema de la comente neoliberalista. Aunque fue (y sigue siendo) “ilegal” la mayoría de la exportación de mano de obra mexicana hacia los campos norteamericanos, esta migración es el hijo ilegítimo y precursor de la integración agraria México-Norteamérica que se formalizó posteriormente en el Tratado de Libre Comercio (TLC). Por razones claras, no se otorgará al libre movimiento de la mano de obra, la misma legitimidad que tienen los bienes y servicios. No obstante, hay que reconocer el papel importante de la migración en la globalización de las formas de producción agrícola en ambos lados de la frontera.

Para mantener la competitividad de los productores nacionales, México tendría que defender y aumentar el apoyo y subsidio gubernamental a la agricultura sin perjudicar los acuerdos de libre comercio en otros sectores económicos de la misma forma que Norteamérica (Estados Unidos y Canadá), al igual que todos los países desarrollados, lo han podido hacer. Es notorio que la última ronda de pláticas de la Organización Mundial de Comercio (OMC), celebrada en Diciembre 1999 en Seattle EE.UU., terminó con motines callejeros y represalias policíacas a nivel público, y con desacuerdo completo a nivel ministerial detrás de las “puertas cerradas” precisamente sobre los subsidios agrícolas. Sin embargo, los países desarrollados siguen apoyando a sus respectivos sectores agrícolas con programas gubernamentales diseñados para esconder su efecto subsidiario, pero que de todas formas representan intervención gubernamental para apoyar la producción agrícola. En EE.UU. por ejemplo, estos apoyos toman diversas formas: protección ambiental con obras de conservación de suelos o pagos por no cultivar suelos frágiles, subsidio para la energía (diesel para maquinaria), amonación de los efectos de fenómenos extremos (sequías e inundaciones), e incluso apoyo por concepto de bajos precios mundiales de los productos. México ya tienen implantados varios subsidios indirectos de este índole, por ejemplo la tarifa 09 de energía eléctrica para uso agrícola, y sería conveniente mantener o aumentar costos en vez de quitarlos en el afán de globalizar la economía.

La necesidad de subsidios directos o indirectos junto con el creciente interés gubernamental en la asignación de más agua para propósitos industriales y urbanos, tendrán un efecto negativo en la sostenibilidad de las UR. Ahora ya no es una época de expansión de la superficie de riego; es una lucha por la eficiencia y productividad del sector agrícola, es una batalla por la sostenibilidad de la producción de alimentos. Una reducción de superficie total junto con una reorientación de las formas de explotar la tierra, puede implicar una alternativa viable para alcanzar la sostenibilidad del sector agrícola. En la implementación de éstas medidas, las UR por sus características tienen mayores posibilidades de éxito.

## Referencias Bibliográficas

- CNA-GDUR (Comisión Nacional del Agua - Gerencia de Distritos y Unidades de Riego). 1997 *Producción de los Distritos de Riego en 1996* Documento interno de la Gerencia de Distritos y Unidades de Riego (GDUR).
- CFE. 1999. Censo de Usuarios por Tarifa y Municipio del Estado de Guanajuato, CFE (Comisión Federal de Electricidad).. Expediente. Dependencia, Departamento División de Distribución Bajío, número RPS-1703/1999, expediente 1.1. Guanajuato, México. CNA/CP (Comisión Nacional del Agua/Colegio de Postgraduados). 1998. *Diagnóstico preliminar sobre superficies regables y volúmenes requeridos en las Unidades de Riego Organizadas y sin organizar*. Montecillo, Estado de México. CNA, Subdirección General de Operación, coordinación de Uso Eficiente del Agua y la Energía Eléctrica.
- Consejo Consultivo de Evaluación y Seguimiento del Programa de Ordenación y Saneamiento de la Cuenca Lerma-Chapala. 1991. 'Acuerdo de Coordinación de Aguas Superficiales.' Colección Lerma-Chapala. Vol. I, No. 5. Querétaro.
- Cruz, Galindo M. 1995. *Las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural en el Estado de Guanajuato*. Informe Interno no publicado. Dirección General de Política Agrícola, SAGAR (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). Celaya, Guanajuato, México.
- De Anda, J., S.E. Quiñones Cisneros, R.H. French, and M. Guzmán. 1998. Hydrologic balance of Lake Chapala (Mexico). *Journal of the American Water Resources Association*. 34(6): 1319-1331.
- Flores López, Francisco J. y Christopher A. Scott. 2000. *Simulación hidrológica de la microcuenca del río El Cubo con el uso de GIS*. En Christopher A. Scott, Philippus Wester, y Boris Marañón Pimentel (eds.). *Memorias del Seminario Internacional «Asignación, Productividad y Manejo de Recursos Hídricos en Cuencas»*. Guanajuato, Gto., MEXICO. 7-9 mayo del 2000.
- INEGI, 1997a. *Perfil Sociodemográfico de Guanajuato*. Producto de los resultados definitivos del Censo de Población y Vivienda 1995, INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- INEGI, 1997b. *Estadísticas del Medio Ambiente*. Informe de la Situación General en materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1995-1996. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- Levin, Gilbert, 2000. Implications of Irrigation Sector Evolution on Sustainability of Irrigation Systems Transfer. En Christopher A. Scott, Philippus Wester, y Boris Marañón Pimentel (eds.). *Memorias del Seminario Internacional «Asignación, Productividad y Manejo de Recursos Hídricos en Cuencas»*. Guanajuato, Gto., MEXICO. 7-9 mayo del 2000.
- Mestre R., J. Eduardo. 1997. Integrated approach to river basin management: Lerma-Chapala case study – attributions and experiences in water management in Mexico. *Water International* 22(3): 140-152.

- Scott, Christopher A., Philippus Wester y Carlos Garcés-Restrepo. 1998. *Integración Vertical de Funciones Transferidas para el manejo sostenible de las cuencas: observaciones conceptuales*. En Enrique Palacios-Vélez, Adolfo Exebio Garcia, Juan Enrique Rubiños Panta y Enrique Mejía (eds.). Memorias del III Seminario Internacional "Transferencia de los Sistemas de Riego". Región Lagunera, México. 2-4 septiembre de 1998.
- Scott, Christopher A., Paula Silva-Ochoa, Valentín Florencio-Cruz, Philippus Wester. Competition for water in the Lerma-Chapala Basin. En proceso de publicación en Anne Hansen (ed.) *The Lerma-Chapala Watershed, Evaluation and Management*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

## IWMI, Serie Latinoamericana

11. Gilbert Levine y Carlos Garcés-Restrepo. 1999. El Desempeño de los Sistemas de Riego y sus Implicaciones para la Agricultura Mexicana.
12. Charlotte du Fraiture, Jorge Rubiano y Claudia Alvarez. 1999. Uso Real y Potencial del Agua en la Cuenca del Río Cabuyal, Colombia.
13. Wim H. Kloezen. 2000. Viabilidad de los Arreglos Institucionales para el Riego después de la Transferencia del Manejo en el Distrito de Riego Alto Río Lerma, Mexico.  
  
Stephanie Buechler y Emma Zapata Martelo (Editoras). 2000. Género y Manejo del Agua en Comunidades Rurales de Mexico.  
  
Luisa Torres-López y Christopher A. Scott. 2000. Superficie Agrícola Estimada por un Análisis de Imágenes de Satélite en Guanajuato, México.
6. Philippus Wester, Gez Cornish y José J. Ramirez-Calderon. 2000. Determinación de las Prioridades de Mantenimiento en los Sistemas de Riego Transferidos: La Aplicación del Procedimiento MARLIN en el Distrito de Riego Alto Río Lerma, México.
17. Boris Marañón-Pimentel y Philippus Wester. 2000. Respuestas Institucionales para el Manejo de los Acuíferos en la Cuenca Lerma-Chapala, Mexico.
18. Rómulo Rodríguez-Betancourt y Julio Gonzalez- Aguirre. 2000. El Manejo de los Recursos Hídricos en Venezuela.
19. Paula Silva-Ochoa (Editora). 2000. Unidades de Riego: La Otra Mitad Sector Agrícola en México.