23
-Es

Informe de Investigación

Desempeño de dos módulos transferidos en la región Lagunera: Relaciones del agua

G. Levine, A. Cruz Galván, D. García, C. Garcés Restrepo y S. Johnson III

IWMI

Instituto Internacional del Manejo del Agua

Informes de Investigación

La misión del IWMI es promover y apoyar aumentos sustentables de la productividad de la agricultura de riego en el contexto general de la cuenca hídrica. Para cumplir con esta misión, el IWMI se concentra en la integración de políticas, tecnologías y sistemas de manejo que lleven a soluciones viables de problemas reales, resultados prácticos y aplicables en el campo de la irrigación y los recursos hídricos.

Las publicaciones de esta serie abarcan una amplia gama de temas -desde el modelado con computadoras a la experiencia con las asociaciones de usuarios del agua- y su contenido varía desde la investigación directamente aplicable a estudios más básicos, de los cuales depende en última instancia la investigación aplicada. Algunos informes de la investigación son estudios analíticos y empíricos detallados, con objetivos restringidos; otros son panoramas amplios y sintéticos de problemas genéricos.

Si bien la mayoría de los informes son publicados por el personal del IWMI y sus colaboradores, recibimos de buen grado contribuciones de otros autores. Cada informe es sometido a revisión por el propio personal y los miembros del IWMI y por revisores externos. Los informes se publican y distribuyen en copias impresas y por medios electrónicos (http://www.cgiar.org/iimi) y, siempre que sea posible, todos los datos y análisis estarán disponibles como archivos transferibles por separado. Los informes pueden ser copiados libremente y citados con el debido reconocimiento.

Informe de la Investigación 23

Desempeño de dos módulos transferidos en la región Lagunera: Relaciones del agua

G. Levine, A. Cruz Galván, D. García,
C. Garcés Restrepo y S. Johnson III

Instituto Internacional de Manejo del Agua
P O Box 2075, Colombo, Sri Lanka

Los autores: D. García es científico agrícola del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) de México y G. Levine, A. Cruz Galván, C. Garcés Restrepo y S. Johnson III son, respectivamente, investigador, ingeniero de campo, jefe del IWMI, México, y ex jefe del Programa para México y América Latina del Instituto Internacional de Manejo del Agua.

Este documento fue presentado en el Segundo Seminario Internacional: Transferencia de Sistemas de Riego, celebrado en Guanajuato, México, del 16 al 19 de julio de 1996 (revisado en diciembre de 1996).

Los autores agradecen la asistencia esencial del personal de los dos módulos estudiados y expresan su sincera gratitud a los ejidatarios y pequeños propietarios que permitieron el acceso a sus campos y la información. Además, los autores agradecen la buena voluntad de la CNA de compartir sus datos y experiencia. También desean expresar su reconocimiento a sus colegas investigadores del OSTROM, quienes ayudaron a evaluar los posibles efectos de la salinidad.

El IWMI agradece el apoyo financiero a este estudio mediante el patrocinio sin restricciones proporcionado por los gobiernos de Alemania, Australia, Canadá, China, Dinamarca, Estados Unidos de América, Francia y los Países Bajos, y por la Fundación Ford y el Banco Mundial.

G. Levine, A. Cruz Galván, D. García, C. Garcés Restrepo y S. Johnson III. 1998. Desempeño de dos módulos transferidos en la región Lagunera: Relaciones del agua. Informe de la Investigación 23. Colombo. Sri Lanka. Instituto Internacional de Manejo del Agua.

/ política de agua / desempeño / privatización / sistemas de riego / operación / mantenimiento / eficiencia del riego / asociaciones de usuarios del agua / derechos de agua / asignación del agua / disponibilidad de agua / México /

ISBN 92-9090-379-1
ISSN 1026-0862

© IWMI, 1998. Todos los derechos están reservados.

El Instituto Internacional de Manejo de la Irrigación, uno de los 16 centros patrocinados por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), fue incorporado por un decreto del parlamento en Sri Lanka. Actualmente el decreto está sujeto a enmienda para que la denominación sea Instituto Internacional de Manejo del Agua (IWMI, por su sigla en Inglés).

Los autores son los únicos responsables del contenido de esta publicación. Traductores: Nora Arrarás y Carlos Garcés.

Índice

Resumen *v*

Introducción *1*

Interrogantes de la investigación *5*

Metodologías de la investigación *5*

Resultados *6*

Conclusiones *16*

Bibliografía mencionada *17*

Resumen

Este informe evalúa el grado de éxito alcanzado por los usuarios del agua en el manejo de las asignaciones y suministros de agua en dos módulos del Distrito de Riego 017, Coahuila-Durango, México. Los usuarios se hicieron cargo de las responsabilidades de OyM en 1993. El agua subterránea, si bien es importante en la región, no está bajo la jurisdicción de los grupos de usuarios y no se la incluye en este informe. Se evalúan las políticas y las prácticas desde el punto de vista de la naturaleza de las normas de planificación, la homogeneidad, la equidad y la eficiencia en la puesta en práctica de los planes. Se midieron los suministros en las compuertas del módulo y de los campos y se determinaron los rendimientos mediante el muestreo. Los resultados obtenidos en un año indican que el manejo conjunto por los usuarios y la Comisión Nacional del Agua ha tenido un éxito razonable en la puesta en práctica de los planes de asignación del agua de riego, sin sesgos causados por la ubicación (inicio/cola) o el tipo de usuario (ejido/propiedad privada). La comparativamente baja disponibilidad relativa de agua a nivel de las parcelas sugiere que podrían existir áreas regadas no registradas de manera oficial. La eficiencia general del sistema fue de aproximadamente el 60%, mientras que la eficiencia del riego en los campos promedió el 68%, usando estimaciones de la evapotranspiración mediante el CROPWAT. Las diferencias dentro de un campo en cuanto al rendimiento (inicio/cola) fueron de aproximadamente 10%, lo que indica que son pocas las posibilidades de mejorar el rendimiento mediante la nivelación del terreno u otras formas de mejoramiento del riego dentro del campo.

Desempeño de dos módulos transferidos en la región Lagunera: Relaciones del agua

G. Levine, A. Cruz Galván, D. García, C. Garcés Restrepo y S. Johnson III

Introducción

México tiene una vasta superficie de aproximadamente dos millones de kilómetros cuadrados. Más del 75% de las tierras del país están clasificadas como áridas y semiáridas y el agua es el factor que restringe la producción agrícola en muchas zonas. Como resultado, la superficie cultivada total es de sólo alrededor de 20 millones de hectáreas. Con esa enorme extensión de tierras áridas, el riego desempeña una función crítica en cuanto a la producción agrícola general. El riego ha sido practicado en México desde la época prehispánica, aun antes de los mayas, y se construyeron muchas pequeñas derivaciones y canales para satisfacer las necesidades agrícolas de la población.

Se estima que, a comienzos de la Revolución, había aproximadamente 1.2 millones de hectáreas de tierras irrigadas. Gran parte de ellas habían sido habilitadas por diversas empresas agrarias, principalmente estadounidenses, con el propósito de producir cultivos en plantaciones, como caña de azúcar y algodón. La Constitución de 1917 nacionalizó los recursos hídricos del país y esos sistemas de riego se convirtieron en una responsabilidad del estado. Después de la Revolución, el gobierno continuó la expansión de la superficie irrigada en el país.

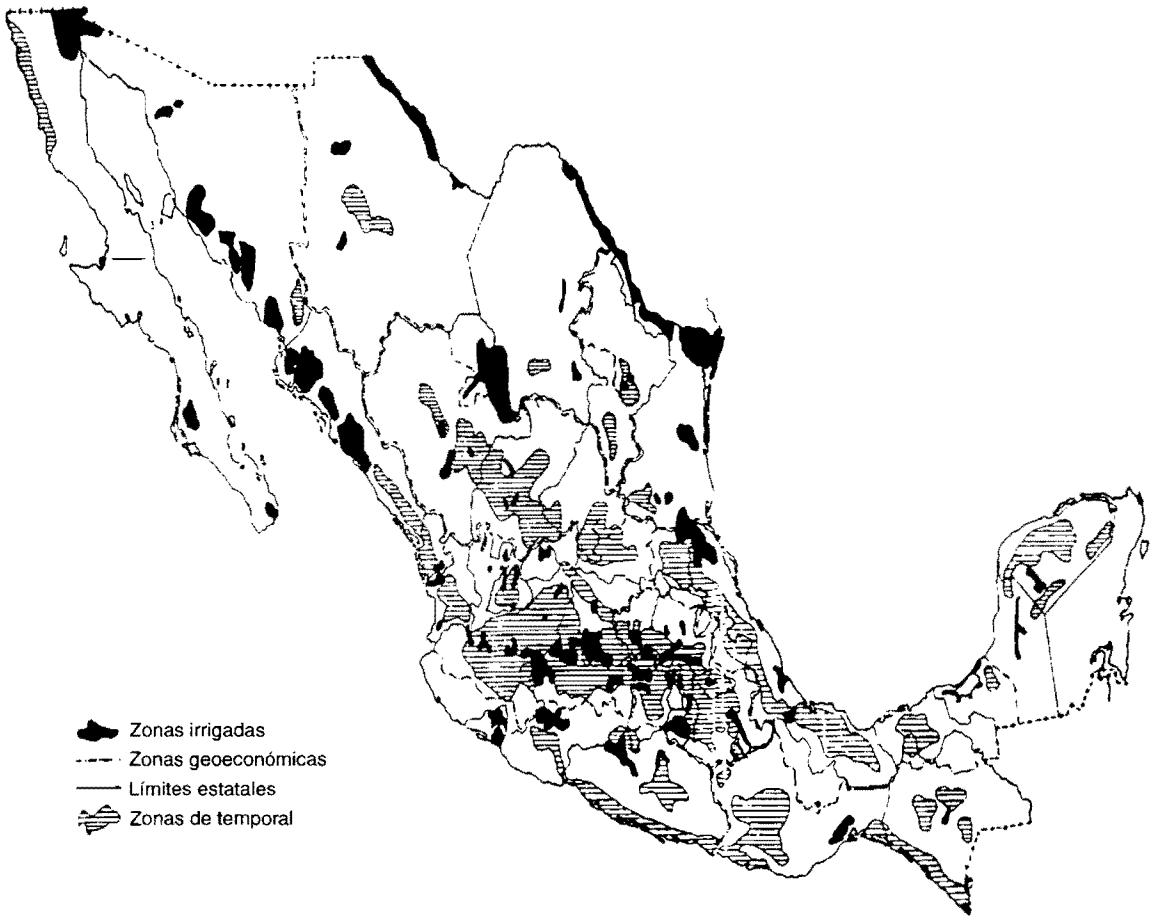
Para 1960, el censo agrícola informó un total de 4.3 millones de hectáreas en el país (Trava 1994). Durante los años 70 y 80, la inversión en irrigación continuó siendo una gran prioridad. Como resultado, México tiene ahora la superficie irrigada más grande de América Latina, con un total de 6 millones de hectáreas regadas, incluyendo 3.3 millones de hectáreas abarcadas por 80 distritos públicos de riego y las restantes regadas por sistemas particulares y comunales en pequeña escala y por pozos profundos. En la figura 1 se muestra la distribución de la superficie irrigada de México.

En 1989, como parte del Plan Nacional de Desarrollo (1989-1994), hubo una modificación importante de la ley de aguas de México, que incluyó la creación de la Comisión Nacional del Agua (CNA) (Gorriz, Subramanian y Simas 1995). La CNA fue creada con la misión explícita de definir una nueva política para el manejo de los recursos hídricos del país. Esto llevó a la instauración del Programa Nacional para la Descentralización de los Distritos de Riego bajo el Plan Nacional de Desarrollo, que tenía la finalidad de establecer un sistema de responsabilidad compartida en el manejo de la irrigación entre la CNA y los usuarios del agua, donde los 80 sistemas públicos de riego se volverían autosuficientes desde el punto de vista financiero (Espinosa de León y Trava Manzanilla 1992).

En la fase I del programa de transferencia gradualmente se traspasó la responsabilidad de los distritos de riego manejados por el gobierno a las asociaciones de usuarios del agua y cada una de éstas se hizo responsable de la operación y el mantenimiento (OyM), la movilización de recursos financieros y la

[1]Los módulos son zonas definidas desde el punto de vista hidráulico, servidas por uno o más canales secundarios, que representan la porción de distribución del distrito de riego. Su tamaño varía de 1,000 hectáreas hasta 50,000 hectáreas.

FIGURA 1.
Zonas irrigadas y de temporal en México.



resolución de disputas dentro de una unidad (*módulo*)[1] que comienza a nivel del canal secundario y se extiende hasta las tomas de las parcelas individuales. Estas asociaciones de usuarios del agua son entidades jurídicas según el derecho mexicano. La CNA retiene la responsabilidad del manejo de la fuente de agua y el canal principal. El programa fue diseñado con el propósito de eliminar los subsidios gubernamentales a los distritos y mejorar la eficiencia y la productividad del sector. Para eliminar los subsidios era necesario aumentar las tarifas cobradas a los usuarios del agua con el fin de cubrir todos los costos administrativos y de OyM, incluyendo los costos en que incurre la CNA al operar la fuente de agua y el canal principal.

En la fase II del programa de transferencia se crean sociedades de responsabilidad limitada (SRL), que son federaciones de los módulos individuales. Las SRL son responsables de operar todos los canales principales, los drenajes y los caminos del distrito de riego. La federación también permite el uso común del equipo de mantenimiento proporcionado a los módulos, lo cual da como resultado economías de escala en el empleo de ese equipo. Una vez establecidas las SRL, la CNA es responsable de manejar la fuente de agua y desempeña una función más amplia en la planificación y desarrollo generales de los recursos hídricos del país. Entre 1990 y 1995, México transfirió a los usuarios la responsabilidad de más del 80% de la superficie controlada por el gobierno (CNA 1995).

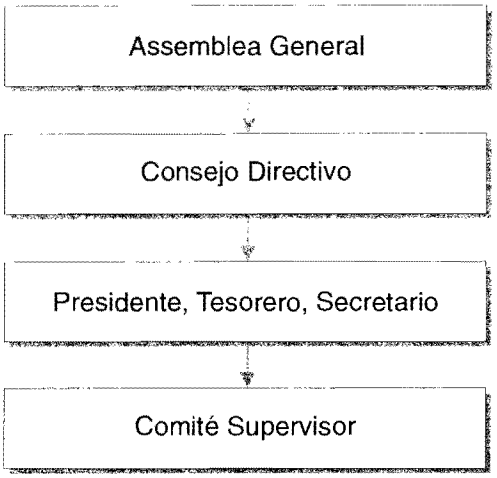
Los distritos de riego, antes de la transferencia, estaban subdivididos en unidades administrativas sobre una base geográfica, que facilitaban la planificación y las operaciones de los distritos. Durante el proceso de transferencia, se formaron unidades nuevas, los módulos. En la mayoría de los casos, los módulos se dividieron en unidades más pequeñas ya que se consideraba que serían más fáciles de manejar por las AUA. No obstante, si bien los módulos establecidos inicialmente eran relativamente pequeños, los posteriores fueron creados más grandes ya que se hizo evidente que la autosuficiencia financiera requería una superficie más grande para generar ingresos suficientes. Para 1996, se habían formado más de 380 módulos y se habían establecido siete SRL.

El desempeño de los sistemas transferidos en México es de gran interés no sólo para los mexicanos sino también para muchos otros países de América Latina y otras partes del mundo donde programas similares de transferencia están siendo promovidos por los diversos bancos y programas bilaterales de desarrollo. El estudio del desempeño de los sistemas transferidos es parte importante del programa de investigaciones del Instituto Internacional de Manejo del Agua (IWMI) y se dispone de datos sobre sistemas de Colombia, Sri Lanka y las Filipinas.

Idealmente, una comparación del desempeño de los sistemas transferidos con el desempeño de los sistemas antes de la transferencia sería muy útil para evaluar la conveniencia de este método. Sin embargo, son muy pocos los casos de estudios sistemáticos anteriores a la transferencia, como ocurrió en México. Del mismo modo, sería conveniente estudiar los sistemas transferidos bajo condiciones sociales y económicas externas más o menos iguales a las observadas antes de la transferencia. Por desgracia, durante el período de este estudio México sufría ajustes importantes en su economía y en su contrato social con el sector campesino. Además, 1995 fue el tercer año de una sequía cada vez más severa, que colocó a los sistemas transferidos en condiciones muy desfavorables. Esta combinación de circunstancias hace imposible una comparación definitiva entre el desempeño de los sistemas antes de la transferencia y el desempeño posterior. Los resultados deben ser considerados sólo como una determinación del desempeño de dos sistemas de riego manejados en forma conjunta por los usuarios y el organismo gubernamental durante un período de escasez de agua y problemas económicos. Además, hay que recordar que los resultados en los campos que se informan aquí corresponden únicamente a un año.

Como se señaló antes, la primera etapa de transferencia representa un período de manejo compartido, durante el cual la CNA retuvo la responsabilidad por la fuente del agua y por la entrega de ésta a los módulos, incluyendo el mantenimiento del sistema del canal principal. Para cumplir con esta responsabilidad, la CNA está organizada con oficinas regionales, estatales y de distrito. A nivel de distrito, la organización de la CNA incluye oficinas por separado para la operación, el mantenimiento y la administración. Los módulos tienen la responsabilidad de toda la operación y el mantenimiento por debajo del nivel del canal

FIGURA 2.
Estructura típica de las organizaciones de usuarios del agua.



principal, en forma individual desde su punto o puntos de control. En la figura 2 se ilustra la estructura de la organización.

La estructura operativa por lo general incluye un ingeniero en jefe, una secretaria, una oficina de estadística, varios canaleros, operadores del equipo, etc. El número y los tipos de este personal operativo dependen del tamaño y el carácter del sistema de riego.

Entre el distrito de la CNA y el módulo está el Comité Hidráulico. Este comité es esencial en la estructura de la fase de manejo compartido del programa de transferencia. Está constituido por el presidente, que es el ingeniero en jefe del distrito, y representantes (comúnmente los presidentes) de cada una de las organizaciones de usuarios del agua. Representantes de otras partes interesadas, por ejemplo las federaciones de productores de cultivos específicos, pueden ser invitados a asistir a las reuniones. El comité se reúne cada mes o con más frecuencia si es necesario y en general se encarga de promover el funcionamiento eficaz del distrito, actuando como un foro para el intercambio entre las organizaciones de usuarios del agua y también entre los usuarios y la CNA. En este sentido, el comité sirve como mecanismo para reconciliar las necesidades diferentes de la CNA y los usuarios. Gorriz, Subramanian y Simas (1995) ofrecen una descripción completa de las responsabilidades del Comité Hidráulico.

A pesar de que el programa de transferencia es relativamente nuevo, hay indicios tempranos de que los usuarios perciben que la transferencia ha dado como resultado un mejor desempeño (Gorriz, Subramanian y Simas 1995). Sin embargo, ha habido pocos estudios del desempeño real de los sistemas transferidos. Este informe describe el desempeño del agua de superficie como parte de un estudio amplio de dos módulos dentro del Distrito de Riego 017 Región Lagunera, en el estado de Durango. La superficie agrícola en la región Lagunera es de aproximadamente 220,000 hectáreas, de las cuales un poco menos de 95,000 reciben servicio de riego. La escasez de agua es una característica predominante en la región, con una precipitación anual de alrededor de 220 mm y una evaporación anual de unos 2,000 mm. Antes de la transferencia, había siete unidades operativas en el distrito. Como parte del proceso de transferencia, se establecieron 20 módulos y, para fines de 1996, 15 de ellos se han constituido como AUA.

Los resultados presentados en este informe describen las asignaciones y suministros del *agua superficial* desde el embalse hasta el nivel de los campos, identificando las políticas y las prácticas usadas en el suministro del agua a los usuarios y distinguiendo entre los ejidatarios (agricultores de las propiedades comunales) y los propietarios particulares. A pesar de que es muy importante en el distrito, se analiza sólo brevemente la función del agua subterránea ya que los módulos no tienen un control operativo de la extracción de agua subterránea. (Aproximadamente tres cuartas partes del total de agua usada por los pequeños propietarios[2] y una cuarta parte de la empleada por los ejidatarios corresponden al agua subterránea.) En estudios posteriores se ha abordado el empleo del agua subterránea, así como el desempeño agrícola y económico de las unidades transferidas y las repercusiones en las familias rurales.

[2]En México hay propiedades privadas de 100 hectáreas o menos.

Interrogantes de la investigación

En este estudio, la investigación se concentró específicamente en seis interrogantes:

1. ¿Cuál es la base para la decisión del Comité Hidráulico acerca de la superficie que se permite sembrar y en qué medida se aplica correctamente?

2. ¿En qué medida es aplicada la norma de asignación proporcional del agua por los módulos y los agricultores?

3. ¿Cuán equitativa es la distribución del agua entre los usuarios situados en el inicio y en la cola?

4. ¿Cuán equitativa es la distribución del agua entre los ejidatarios y los pequeños propietarios?

5. ¿Cuál es la eficiencia del agua a nivel del sistema y a nivel de los campos?

6. ¿Cuáles son las oportunidades de mejorar la productividad del sistema?

Metodologías de la investigación

Se realizó el estudio usando la información ordinariamente reunida por la CNA y los datos proporcionados por los agricultores, y con un programa de medición diseñado para obtener información exacta acerca de los volúmenes de agua que llegan a los agricultores, la distribución de esta agua entre los distintos grupos de agricultores y dentro de las parcelas de agricultores individuales. A continuación se detallan los procedimientos.

Selección de las parcelas

Se seleccionaron parcelas en cada uno de los módulos que representaran sitios en el inicio y en la cola, tipos diferentes de tenencia de la tierra (propiedad privada y ejido) y acceso distinto al agua subterránea (con bombas y sin bombas). Se seleccionaron ocho parcelas en cada módulo.

Medición del caudal

En el punto donde se transfiere la responsabilidad del manejo del agua al módulo (punto de control), la CNA efectúa mediciones dos veces al día (en la mañana y al atardecer). Los módulos verifican estas mediciones en ocasiones. El IWMI hizo mediciones similares durante la temporada de riego.

También se efectuaron mediciones en la entrada a las parcelas individuales. Esto, junto con la duración del riego, permitieron determinar el volumen suministrado.

Distribución dentro de las parcelas

Se realizaron mediciones gravimétricas de la humedad del suelo en cada parcela y un día antes y tres días después de cada riego. Se tomaron muestras del suelo en puntos situados aproximadamente en la cuarta parte y las tres cuartas partes de la longitud de la parcela; las muestras fueron tomadas cada 10 centímetros de profundidad hasta una profundidad de 1.2 metros. La tasa de extracción determinada de este modo fue extendida para abarcar los cuatro días no incluidos en las mediciones. Esto permitió determinar el agua extraída del perfil en cada sitio.

Evapotranspiración

Con el fin de facilitar las comparaciones, se usó el CROPWAT para estimar la evapotranspiración. Con el propósito de determinar los posibles efectos de oasis, se compararon las estimaciones del CROPWAT con el agua extraída del perfil del suelo y se calculó la diferencia.

Rendimientos

Se obtuvieron los rendimientos en los puntos situados en la cuarta parte y las tres cuartas partes de cada una de las parcelas mediante el muestreo de los campos usando marcos de muestreo. En los cultivos en hilera, se cosecharon en cada sitio dos muestras de dos hileras, cada una de un metro de largo. En el caso de la alfalfa, se usó un marco de un metro por un metro.

Resultados

En las secciones siguientes se presentan los datos requeridos para responder a los interrogantes y examinar los resultados y sus implicaciones.

1. ¿Cuál es la base para la decisión del Comité Hidráulico acerca de la superficie que se permitirá sembrar y en qué medida se aplica correctamente?

Los derechos de agua para riego según la ley mexicana de aguas revisada se basan en el principio de que el agua disponible debe ser asignada en forma proporcional a la superficie irrigable. Este principio está oficializado mediante una concesión para un período limitado (por lo general entre 10 y 25 años) negociada con cada módulo. La concesión otorga una asignación de agua que depende de la proporción de la superficie del distrito incluida dentro del módulo. Por lo común, la concesión no es en forma de una asignación volumétrica,[3] sino que depende de la estimaciones de la disponibilidad estacional o anual.

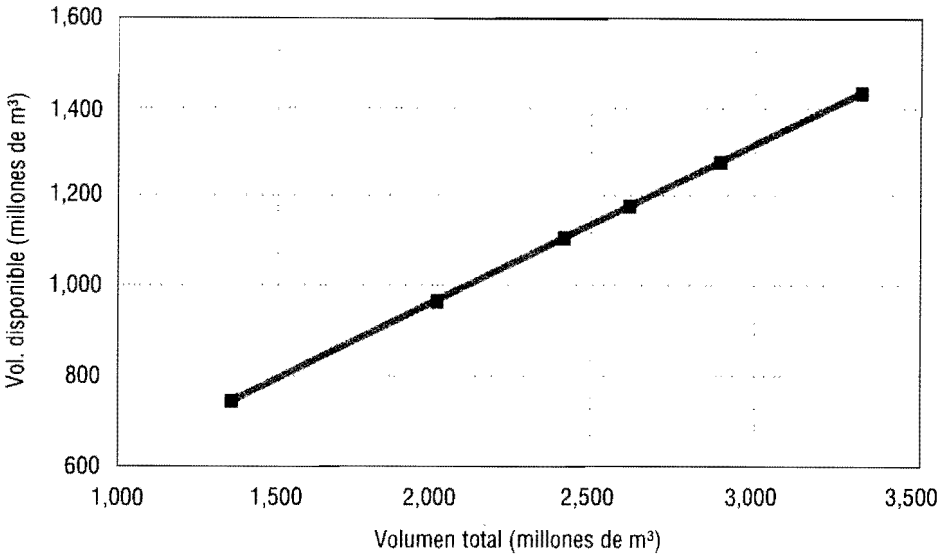
La fuente primaria de agua para el distrito es el río Nazas, con una capacidad total de embalse en Lázaro Cárdenas de aproximadamente 3,600 millones de metros cúbicos. Para especificar la superficie que puede ser regada con el volumen considerado disponible en el embalse, la Comisión Nacional del Agua (CNA) estima el volumen existente en el embalse (usando la relación altura del agua/volumen en el embalse[4]) el 1º de octubre de cada año, y luego especifica el volumen disponible. En la figura 3 se muestra la relación entre el almacenamiento real y el agua disponible. Los datos indican que, entre los volúmenes más bajos y los más altos según los registros disponibles, existe una relación lineal entre el volumen estimado en el embalse y el considerado disponible para su empleo (con un coeficiente de correlación, r^2, de 0.96). La pendiente de 0.39 implica que aproximadamente el 40% de los aumentos adicionales de agua en el embalse son considerados disponibles para la asignación.

No es evidente la razón específica de esta relación. Cuando se proyecta la relación a un almacenamiento cero, resulta que todavía se dispone de agua para la asignación, algo evidentemente imposible. Por consiguiente, en cierto nivel reducido de almacenamiento (claramente menos del 50%

[3]Las concesiones de los pozos se establecen en términos volumétricos de las máximas extracciones anuales permisibles.

[4]La relación altura-descarga parece basarse en las encuestas originales. Es probable que la sedimentación haya reducido la disponibilidad total de almacenamiento, pero tal vez no haya superado el margen de capacidad no utilizable.

FIGURA 3.
Volumen de agua disponible como función del volumen total en el embalse.



de la capacidad), tendría que cambiar el procedimiento para estimar la disponibilidad. Como el embalse da oportunidad para trasladar remanentes dentro de la temporada e incluso anuales, una razón de la relación constante es dosificar los cambios en el almacenamiento para su empleo al transcurrir el tiempo. No está claro por qué debe ser constante esa proporción. No es probable que la modificación de las pérdidas por filtración y evaporación en la superficie del embalse siga siendo una proporción constante del cambio en el almacenamiento y, por lo tanto, la disponibilidad real no es estrictamente proporcional a las distintas alturas del agua. Las circunstancias especiales de la temporada de 1996–1997 muestran que la decisión acerca de la disponibilidad es algo arbitraria. Cuando hubo que tomar esa decisión en 1996, la CNA recomendó un volumen compatible con la relación mostrada en la figura 3. El Comité Hidráulico objetó esto haciendo referencia a la temporada de riego con severas restricciones durante 1996 y a la necesidad de tener la superficie más grande posible para la recuperación económica; ellos lograron negociar una disponibilidad declarada mayor.

Sobre la base del agua considerada disponible en el embalse y teniendo en cuenta la evapotranspiración y las pérdidas previstas en la entrega, la CNA sugiere la superficie que puede ser regada al Comité Hidráulico, el cual tiene la autoridad nominal de establecer las asignaciones para la superficie regada en el distrito en ese ciclo o año. En la figura 4 se ilustra la política implícita que sustenta esta decisión, basada en un análisis de las asignaciones y las siembras para un período de siete años; la figura muestra la superficie regada planeada como una función del agua disponible estimada en el embalse.

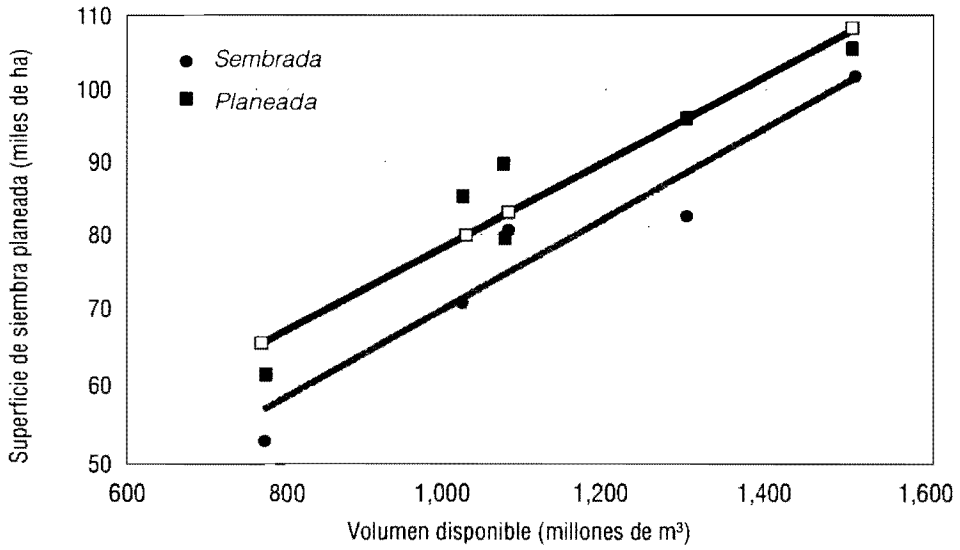
La superficie planeada para riego se relaciona en forma lineal con la disponibilidad de agua, con un coeficiente de correlación (r^2) de 0.95. La relación lineal implica que no se esperan ni se impondrán cambios de manejo cuando decline la disponibilidad de agua.[5] La disponibilidad relativa

[5]Para el ciclo de riego de 1996, en una situación de disponibilidad de agua extremadamente escasa, la CNA recomendó que la superficie regada se restringiera a sólo una parte del distrito, revocando de hecho la equidad en todo el distrito pero manteniendo la relación general entre la superficie que se regará y la disponibilidad de agua.

de agua (planeada) (DRAP)[6] implícita en esta relación es de aproximadamente 1.7.[7] Esto indica que *se estimó que la máxima eficiencia técnica general del agua*[8] *era de aproximadamente 58%,* a pesar de que *la eficiencia real en toda la cuenca puede ser considerablemente mayor* a causa de la recuperación de las pérdidas en el sistema de entrega mediante el bombeo difundido del agua subterránea.

La figura 4 también indica la superficie realmente sembrada en esos mismos años por los agricultores del Distrito. La superficie media sembrada fue aproximadamente un 10% mayor que la asignada, y la pendiente de la relación con el volumen disponible es casi paralela a la de la sembrada (la pendiente es ligeramente más inclinada, 0,068 en contraste con 0,061, y con un coeficiente de correlación similar de 0,965). Este mayor grado de siembra (normalizado a un equivalente de algodón)[9] hubiera dado como resultado una mayor eficiencia del agua a nivel de distrito si los suministros reales hubieran sido los planeados. Sin embargo, se suministró un promedio de alrededor de 14% más de agua, que dio una DRA real (DRAR) a nivel del canal principal de aproximadamente 1.86, lo que sugiere una *eficiencia técnica del agua de 54%*. No obstante, la DRAR a nivel del campo -el sitio en el

FIGURA 4.
Siembra planeada y siembra real como función del volumen planeado.



[6]La disponibilidad relativa de agua (DRA) se define como la relación entre la disponibilidad total de agua (riego + precipitación) y la demanda de agua. Como tal, es matemáticamente inversa a la acostumbrada eficiencia técnica del agua. No obstante, se la usa como una variable *independiente*, mientras que la *eficiencia* comúnmente es considerada una variable *dependiente*. Para un examen más extenso de la DRA, véase el trabajo de Levine, 1982.

[7]Se usaron dos métodos para determinar la evapotranspiración que representaba la demanda de agua para la superficie sembrada: el recomendado por la FAO, CROPWAT, y el agua extraída del perfil del suelo medida mediante el muestreo gravimétrico de la humedad en 12 sitios en cada uno de los dos módulos. La estimación con el CROPWAT se usó para determinar la DRAP, con el fin de permitir la comparación con otros estudios.

[8]*La eficiencia técnica del agua se define como la relación entre el agua requerida para la evapotranspiración potencial y el agua suministrada. Se la distingue de la eficiencia económica del agua.*

[9]Como se detallará en una sesión posterior, con el derecho a un mismo volumen de agua a cultivos diferentes se asignan distintas superficies regadas en proporción a su cantidad habitual de riegos. Para evaluar la política de asignación del agua, se convirtieron las superficies de cada cultivo a la equivalente de algodón, sobre la base del agua realmente suministrada.

cual los agricultores individuales reciben el agua- es considerablemente más baja, como se demostrará en una sección posterior.

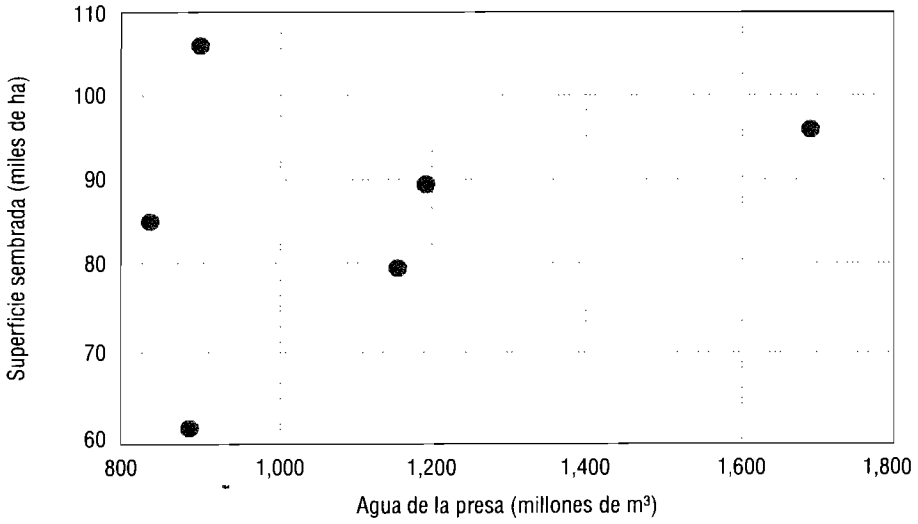
La figura 5 muestra la superficie sembrada real como una función de los suministros reales. Como se puede ver, hay una variación mucho mayor ($r^2 = 0.16$), lo que indica que ha existido mucho menos control del que implican los datos de la planificación. Al eliminar los datos correspondientes a 1992,[10]con lo que se muestra una superficie regada (105,858 ha) más grande que el área nominal de comando, aumenta el coeficiente de correlación a 0.55. Ése fue un año de considerable precipitación.

2. ¿En qué medida es aplicada la norma de asignación proporcional del agua por los módulos y los agricultores?

Si bien la concesión a los módulos define la proporción del agua disponible asignada a cada módulo, los derechos de agua de los usuarios individuales están definidos sólo en forma implícita sobre la misma base. En las secciones siguientes se evalúa la medida en que se mantiene esta norma básica de equidad.

Como se señaló antes, las unidades fueron las anteriores subdivisiones principales del distrito. Aun cuando los módulos se han convertido en los elementos básicos bajo el programa de transferencia, se han conservado las unidades para los propósitos de la presentación de informes. El cuadro 1 muestra la asignación media para las unidades y la desviación estándar de esas asignaciones en los cinco años anteriores a la transferencia y en los dos años posteriores a ésta. Como se puede observar, *después de la transferencia se está suministrando más agua* (13.8%) sin que exista en esencia ningún cambio de la variabilidad del suministro; las respectivas desviaciones estándares medias son de 2.64 y 2.46. No obstante, hay que recordar que el período después de la transferencia se ha caracterizado por sequías severas, que podrían explicar los suministros mayores. El cuadro 2 proporciona los datos correspondientes a dos años antes y dos

FIGURA 5.
Superficie sembrada real y agua suministrada.



[10]1992 fue un año de precipitación muy elevada (en el cual se vertieron cantidades considerables de agua del embalse) y se requirió menos riego.

después de la transferencia por unidades individuales.[11]

Dos de las unidades sistemáticamente recibieron menos agua que el promedio en el distrito. En el caso de la Unidad San Jacinto, adyacente al río Nazas, varios usuarios bombean agua directamente del río (sin autorización oficial), además de recibir el suministro del canal y, por consiguiente, el suministro total es superior a la cantidad nominal indicada en el cuadro. La Unidad Tlahualil fue la primera en ser transferida a los usuarios y en ese momento participó en el Programa de Desarrollo Interparcelario. En este programa, casi todos los canales fueron revestidos y casi todos los campos fueron nivelados. Además, la superficie regada es relativamente compacta. Esta combinación permite que el agua sea usada con más eficiencia y esto se refleja en las asignaciones del agua, un ejemplo de cierto grado de adaptación del manejo del sistema a las condiciones locales.

Como se indicó antes, los módulos son las unidades operativas básicas en el programa de transferencia. *Dentro de las restricciones* del agua suministrada por la CNA, los módulos manejan la distribución del agua entre los usuarios, en lo concerniente tanto a la cantidad como al tiempo. Si bien el proceso de transferencia empleado en México es en general el mismo para todos los distritos, hay una considerable variación en los métodos usados por los Comités Hidráulicos para determinar la asignación y el momento del suministro de agua entre las unidades transferidas. En el Distrito 017, el Comité supone que el riego debe proporcionar esencialmente toda el agua requerida para producir el cultivo. *Para mantener la asignación proporcional de agua a los usuarios individuales, se usa la superficie aprobada para la siembra de tipos específicos de cultivos como sustituto del volumen apropiado.*

CUADRO 1.
Volumen medio de agua suministrada/ha a nivel de las unidades.

Año	Vol. medio (miles de m³)	Desviación estándar
ANTES DE LA TRANSFERENCIA		
1992	16.307	3.51
1989	12.396	1.52
1988	11.440	1.53
1987	14.284	2.49
1984	13.549	3.92
1983	12.467	1.77
Promedio	13.407	2.46
DESPUÉS DE LA TRANSFERENCIA		
1994	14.350	2.58
1993	16.161	2.70
Promedio	15.255	2.64

CUADRO 2,
Volumen anual/ha en el Distrito de Riego 017, por unidades.

Localidad	Volumen/ha (miles de m³)	Diferencia con respecto al promedio
ANTES DE LA TRANSFERENCIA—1989		
San Pedro	13.53	1.14
Madero	13.79	1.39
Matamoros	11.44	-0.95
Tlahualil	12.15	-0.25
Jerusalem	13.83	1.43
San Jacinto	9.63	-2.76
Promedio	12.40	
STD	1.52	
DESPUÉS DE LA TRANSFERENCIA—1994		
San Pedro	14.09	-0.26
Madero	17.18	2.83
Matamoros	16.49	2.14
Tlahualil	10.20	-4.15
Jerusalem	16.31	1.96
San Jacinto	11.83	-2.52
Promedio	14.35	
STD	2.58	

[11]Reconocemos que esta comparación es débil, pero el breve tiempo posterior a la transferencia impide una evaluación más definitiva.

Se determina la superficie que se asignará a cada cultivo suponiendo que *cada riego* tendrá el mismo volumen nominal[12] por hectárea (30 cm brutos por riego), cualquiera que sea el cultivo, y que los distintos cultivos requieren cantidades diferentes de riegos.[13] Por consiguiente, para mantener la norma de la proporcionalidad del agua, a los cultivos que requieren más riegos se les asigna una superficie más pequeña. El cuadro 3 muestra la asignación proporcional de la superficie a cada cultivo y la asignación nominal total de agua. Como se puede observar, hay una diferencia de alrededor del 4% entre las asignaciones de agua para los frijoles y el maíz para forraje y las correspondientes al maíz para grano y las hortalizas, pero esto está dentro de la precisión con la que se pueden hacer los suministros.

En años individuales, hay desviaciones modestas de esta política en la planificación real. Por ejemplo, en el cuadro 4 se muestran las asignaciones relativas para los mismos cultivos en el plan de riegos del distrito en 1994–1995. Se preparan planes de riego similares en los módulos. En los cuadros 5 y 6 se ilustran, respectivamente, los planes para los módulos V y XII.

Las cantidades planeadas a nivel de los módulos son en esencia las mismas que a nivel del distrito, con la excepción de los frijoles, para los cuales las asignaciones planeadas son aproximadamente un 29% y un 7% menores en los módulos V y XII, respectivamente. Estas

CUADRO 3.
Asignación de superficie a los cultivos en el distrito, número de riegos y política de asignación equivalente de agua.

Cultivo	Riegos	Superficie asignada	Volumen de agua asignado (miles de m³)
Frijoles	1 pre-siembra; 2 auxil.	1.6*	14.4
Maíz para forraje	1 pre-siembra; 3 auxil.	1.2	14.4
Maíz para grano	1 pre-siembra; 4 auxil.	1.0	15.0
Hortalizas	1 pre-siembra; 4 auxil.	1.0	15.0

*auxil. = auxiliares.

CUADRO 4.
Asignaciones de agua planeadas para los cultivos, 1994–1995, Distrito de Riego 017.

Cultivo	Superficie unitaria asignada	Volumen de agua asignado (miles de m³)
Frijoles	1.6	17
Maíz para forraje	1.2	13
Maíz para grano	1.0	15.5
Hortalizas	1.0	15.3

Fuente: Plan Anual de Riego 1994-1995, CNA, Lerdo, Edo. de Durango.

[12]La lámina nominal de riego incluye las pérdidas previstas en la entrega y un ajuste para tener en cuenta la no uniformidad de la aplicación.

[13]En la región Lagunera, como resultado de las pocas probabilidades de precipitaciones, el supuesto básico es que todas las demandas de agua de los cultivos deben ser satisfechas por el riego. En consecuencia, la planificación del riego limita la superficie que se sembrará con el fin de asegurar que se satisfará la demanda de riego. Este criterio no se sigue en zonas de México con mayores probabilidades de precipitaciones.

CUADRO 5.
Asignaciones de agua planeadas para los cultivos en el Módulo V del Distrito 017.

Cultivo	Superficie planeada (ha)	Asignación planeada por derecho de agua (miles de m³)	Asignación planeada por ha (miles de m³)	Volumen total suministrado (miles de m³)	Asignación real por ha (miles de m³)
Frijoles	46	12.0	7.5	345	7.5
Maíz para forraje	2,735	14.7	12.3	33,640	12.3
Hortalizas y maíz para grano	55	12.3	12.3	676	12.3

CUADRO 6.
Asignaciones de agua planeadas para los cultivos en el Módulo XII del Distrito 017.

Cultivo	Superficie planeada (ha)	Asignación planeada por derecho de agua (miles de m³)	Asignación planeada por ha (miles de m³)	Volumen total suministrado[1] (miles de m³)	Asignación real por ha (miles de m³)
Frijoles	1,763	15.8	9.99	17,453	9.8
Maíz para forraje	1,186	15.3	12.8	15,182	12.8
Hortalizas y maíz para grano	540	15.6	15.6	8,424	15.8

[1]Los datos sobre el volumen total suministrado provienen de los registros del módulo. Se calcula la asignación real de agua por hectárea a partir del volumen total y la superficie planeada.

modificaciones parecen reflejar el valor relativo de los cultivos y sus necesidades reales en el campo. Esto último se puede observar en los valores de la DRAR a nivel de las fincas, presentados en las secciones siguientes.

3. ¿Cuán equitativa es la distribución del agua entre los usuarios situados en el inicio y en la cola?

La *magnitud* de la disponibilidad relativa de agua (DRA) a nivel de los campos indica el grado de carencia de agua (cuanto más alta es la DRA, menor es la carencia) a la cual están expuestos los *campos de los usuarios*, y la *uniformidad* de la DRA entre los usuarios refleja la capacidad del sistema de proporcionar un servicio de agua equitativo (reconociendo que la política de equidad consiste en asignar la misma cantidad de agua a cada usuario con derecho).

El cuadro 7 contiene los valores planeados y reales de la DRA para los principales cultivos en

CUADRO 7.
Disponibilidad relativa de agua planeada y real, por cultivo.

Cultivo	DRA planeada (estimada a partir de la ET)	DRA planeada (CROPWAT)	DRA real (CROPWAT)
MÓDULO V			
Maíz	1.89	1.46	1.65
Maíz	1.89	1.48	1.53
Algodón	1.56	1.35	1.45
Algodón	1.50	1.38	1.31
Sorgo	1.70	1.68	1.52
Sorgo	1.70	1.68	1.95
Sorgo (Industrial)	1.70	1.98	1.29
Promedio	1.71	1.57	1.52
MÓDULO XII			
Frijoles	1.90	1.86	1.13
Frijoles	1.90	1.47	1.48
Maíz	2.38	1.81	1.47
Sorgo	1.77	1.77	1.75
Sorgo	1.77	1.52	1.53
Sorgo (Industrial)	1.34	1.35	1.53
Promedio	1.84	1.63	1.48

los módulos V y XII. Como se puede observar, en los módulos los valores reales de la DRA son un 11% y un 20% inferiores a los planeados usando los valores estimados por la CNA, y un 3% y un 9% inferiores usando el CROPWAT. Esto parece reflejar la reconocida siembra excesiva, aunada a la subestimación de las pérdidas en el transporte y/o la superficie sembrada adicional no autorizada. Sin embargo, la homogeneidad de la DRAR, de aproximadamente el 20% del promedio, *cualesquiera que sean* los riegos planeados, sugiere que se toman decisiones sobre el manejo a nivel local que efectivamente resuelven en forma equitativa el problema de regar los distintos cultivos. Estas decisiones se aplican variando el tiempo de riego asignado a los distintos sitios y cultivos con el fin de satisfacer adecuadamente las necesidades de agua (como lo demuestran las observaciones visuales en el campo). El tiempo de riego es determinado por el canalero, con cierta influencia de los agricultores.

Los valores de la DRAR son sorprendentemente bajos, en comparación con los observados en sistemas de Asia con un patrón de manejo similar, por ejemplo, (1) la medición del agua principalmente a nivel del canal primario, (2) calendarios semioficiales de la duración del riego y (3) oportunidades para que los usuarios influyan en los suministros a las fincas. En estas situaciones, serían habituales valores de la DRAR de 2–2.5.

Es todavía más sorprendente porque la combinación de las asignaciones de superficie para el riego, una tarifa de agua basada sólo indirectamente en el volumen y la oportunidad de obtener una cantidad adicional de agua mediante acuerdos no oficiales con el canalero, proporciona pocos o ningún incentivo para una utilización más eficiente del agua, excepto para el canalero, quien tendría más agua para responder a solicitudes especiales (por lo cual podría recibir una compensación adicional). Una explicación es que, en contraste con las zonas húmedas de Asia, la dependencia crítica del riego en la región Lagunera da como resultado una supervisión más cuidadosa por parte de los usuarios para asegurarse que reciben lo que equitativamente les corresponde.

4. ¿Cuán equitativa es la distribución del agua entre los ejidatarios y los pequeños propietarios?

En el cuadro 8 se presentan las DRA para los ejidatarios y los pequeños propietarios situados en el inicio y la cola. Estos datos indican que, en promedio, los agricultores particulares reciben aproximadamente un 8% más que los ejidatarios, pero éste no parece ser un sesgo significativo del suministro. Dada la disparidad de la capacidad económica entre los ejidatarios y los pequeños propietarios, esto es algo sorprendente. Sin embargo, con excepción del algodón, parece que los cultivos regados con agua superficial representan una fracción relativamente pequeña de los ingresos totales de los usuarios del sector privado, la mayoría de los cuales utilizan agua subterránea para sus cultivos de mayor valor.[14] Esto sucede especialmente con la alfalfa usada como forraje para el ganado lechero. Por lo general no se emplea el agua superficial para regar la alfalfa a

CUADRO 8.
Disponibilidad relativa de agua como función de la ubicación y de la forma de tenencia de la tierra.

Ubicación	Ejido	Pequeños propietarios
	MÓDULO V	
Inicio	1.47	1.48
Cola	1.53	1.63
	MÓDULO XII	
Inicio	1.3	1.5
Cola	1.5	1.7

[14]Los informes de los campos indican que el agua superficial representa sólo una cuarta parte del total de agua empleada por los pequeños propietarios, pero tres cuartas partes del suministro a los ejidatarios.

causa de un problema de pudrición de la corona resultante del uso de agua superficial.

Los datos muestran que el a menudo encontrado déficit de la cola no se manifiesta aquí. El sistema suministra aproximadamente un 9% más de agua a las secciones de la cola, en comparación con las del inicio, en términos de las necesidades reales de los cultivos. Los datos también indican que, para satisfacer por completo las necesidades de los cultivos, tendrían que tener una eficiencia de utilización[15] de por lo menos 70%.

5. ¿Cuál es la eficiencia del agua a nivel del sistema y a nivel de los campos?

El cuadro 9 presenta la eficiencia en la utilización correspondiente a los diversos cultivos en los módulos V y XII. Esos datos revelan que la mayoría de las zonas han logrado la necesaria eficiencia en la utilización. No hay un patrón evidente de variación en la eficiencia en la utilización, lo cual no es sorprendente ya que no había sesgos significativos en el suministro de agua a los campos relacionados con la ubicación en el inicio o la cola o con el tipo de tenencia de la tierra.

El cuadro 10 muestra el agua extraída del perfil del suelo en el cuarto superior y el cuarto inferior de los campos individuales, identificada según la ubicación, el tipo de tenencia de la tierra y el cultivo. Nuevamente no hubo un patrón homogéneo de variación relacionada con la ubicación o el tipo de tenencia de la tierra. En todos los casos, la cantidad de agua extraída en el extremo superior de los campos superaba aproximadamente en un 25% a la correspondiente al extremo inferior. Esto, aunado a la eficiencia media en la utilización mencionada antes, indica que algunos de los cultivos de las partes inferiores de los campos habrán tenido una carencia de agua mayor que la implicada por los datos de la utilización media. Esto se refleja en los rendimientos algo inferiores, como se muestra en el cuadro 11.

CUADRO 9.
Eficiencia en la utilización en los Módulos V y XII.

Cultivo	Eficiencia
MÓDULO V	
Maíz	0.62
Algodón	0.72
Sorgo	0.68
MÓDULO XII	
Frijol	0.77
Maíz	0.68
Sorgo	0.62

Como se describió en la sección sobre la metodología, se determinó la cantidad de agua extraída del perfil del suelo mediante la medición gravimétrica de la humedad en el perfil del suelo hasta una profundidad de 1.2 m, antes y después de cada riego. En general, la cantidad de agua extraída del perfil superaba en aproximadamente un 10% la evapotranspiración calculada usando el CROPWAT.

Esta diferencia probablemente obedezca al efecto de oasis resultante de la naturaleza dispersa de las parcelas regadas, con considerables oportunidades para que la fuerza de advección aumente la evapotranspiración. Esto es confirmado por los rendimientos más bajos asociados con las partes más bajas de los campos, que tenían valores más bajos de extracción de agua.

Con el fin de evaluar la posibilidad de que una diferencia en la salinidad pudiera explicar las diferencias de rendimiento entre las partes superiores e inferiores de los campos, se efectuaron mediciones de la salinidad en el perfil.[16] Estos estudios no revelaron problemas

[15]Se define la eficiencia de utilización como la relación entre el agua usada para la evapotranspiración real, en este caso estimada con el CROPWAT, y el agua que entra en el perfil del suelo. Cuando no hay escurrimiento superficial, sería matemáticamente equivalente a la eficiencia en la aplicación en el campo.

[16]Agradecemos al equipo del OSTROM, que actualmente realiza investigaciones en el INIFAP CENID-RASPA, el haber efectuado las mediciones de la salinidad.

CUADRO 10.
Variación en la distribución del agua.

Ubicación	Tenencia de la tierra	Cultivo	Agua del perfil superior del suelo (cm)	Agua del perfil inferior del suelo (cm)	Diferencia porcentual
		MÓDULO V			
	Pequeños propietarios	Sorgo	91.6	73.0	20.3
Inicio		Algodón	111.5	93.1	16.5
	Ejido	Maíz	120.5	93.5	22.4
		Sorgo (industrial)	125.4	89.5	28.6
	Pequeños propietarios	Sorgo	125.4	89.5	28.6
Cola		Algodón	100.5	84.5	15.9
	Ejido	Maíz	108.8	81.5	25.1
		MÓDULO XII			
	Pequeños propietarios	Sorgo	105.8	88.6	16.2
Inicio	Ejido	Maíz	115.8	84.2	27.2
		Frijoles	58.8	48.6	17.3
	Pequeños propietarios	Frijoles	78.5	56.7	27.8
Cola	Ejido	Sorgo	102.2	86.5	15.4
		Sorgo (industrial)	101.3	76.3	24.7

CUADRO 11.
Rendimientos medios.

Ubicación	Cultivo	Diferencia en la parcela; parte inferior/parte superior (%)	Promedio en la parcela (t/ha)	Promedio en el módulo (t/ha)	Promedio distrito (t/ha)
		MÓDULO V			
Inicio	Maíz para forraje	90.5	20*	46.8	41.6
	Algodón	93.9	3.2	3.12	2.8
	Sorgo	90.5	60	49.3	40.8
	Sorgo (industrial)	83.1	6.5	4.0	3.7
Cola	Maíz para forraje	87.5	30	46.8	41.6
	Algodón	97.2	3.6	3.12	2.8
	Sorgo	96.2	47	49.3	40.8
		MÓDULO XII			
Inicio	Frijoles	77.1	1.55	1.47	1.2
	Maíz	91.7	4.6	4.5	3.8
	Sorgo	94.4	70	50.1	40.8
Cola	Frijoles	71.4	1.8	1.47	1.2
	Sorgo	96.4	55	50.1	40.8
	Sorgo (industrial)	96.8	6.2	5.57	3.7

*Este cultivo fue una variedad para grano cosechada para forraje; ésta es la causa del rendimiento relativamente bajo.

significativos de salinidad asociados con los distintos sitios dentro de las parcelas.

6. ¿Cuáles son las oportunidades de mejorar la productividad del sistema?

La uniformidad del suministro del agua con respecto a los diversos sitios y los distintos tipos de usuarios, aunada a la escasa disponibilidad relativa de agua, indica que hay relativamente pocas oportunidades de mejorar el desempeño en el suministro del sistema de riego. No obstante, la variación de la distribución del agua dentro de los campos y la resultante variación del rendimiento sugieren que se podría lograr cierto aumento de la productividad con una mejor distribución del riego en las fincas. Esto podría requerir una mejor nivelación de la tierra y/o métodos diferentes de aplicación, por ejemplo reducción del caudal, riego en oleadas, etc. *También se puede lograr una mayor productividad si se cultivan y comercializan cultivos más valiosos y éste tal vez sería el método más eficaz.*

La diferencia de la DRA en el embalse y a nivel de los campos indica que tal vez haya oportunidades de mejorar la eficiencia en la entrega. No obstante esto podría afectar negativamente la recarga del agua subterránea. Desde otra perspectiva, es posible que se sobreestimen las pérdidas durante la entrega y esto constituya una fuente de agua para zonas no autorizadas.

Conclusiones

Como se indicó en la introducción, los cambiantes entornos climáticos y económicos durante el período posterior a la transferencia impiden una declaración definitiva acerca del desempeño de las unidades transferidas en comparación con la situación antes de la transferencia. Sin embargo, no parece haberse producido ningún cambio significativo en el desempeño hidráulico del sistema. La superficie servida/unidad de agua disponible parece ajustarse al patrón anterior a la transferencia; por desgracia, no hay mediciones anteriores en los campos de la equidad en el inicio y la cola, y en las propiedades privadas y los ejidos, con las cuales establecer una comparación.

Las conclusiones específicas del estudio son las siguientes:

1. Los datos indican que, aun durante un período que podría ser considerado de transición/aprendizaje en el proceso de transferencia, la combinación de la CNA y los módulos transferidos en general ha tenido éxito en manejar las operaciones con el agua, si bien se suministró a los módulos más agua que antes de la transferencia.
2. La concordancia en la planificación a nivel del distrito y de los módulos y la concordancia con la política de asignación del agua expresada en la ley de aguas indican que la política es tomada con seriedad en la planificación. También es probable que la CNA haya retenido un grado de influencia relativamente alto en la planificación a nivel de los módulos.
3. El hecho de que se encuentre esta misma coherencia en la asignación proporcional del agua a nivel de los campos indica que la administración puede aplicar y aplica las políticas, si bien no necesariamente con las cantidades señaladas en los planes.
4. La similitud de los valores de la DRAR de los distintos cultivos indica que el control del suministro de agua está efectivamente en manos del canalero, es decir, la

administración del módulo, o que existe un grado insólito de colaboración entre los usuarios. El patrón de manejo del suministro de agua, donde se *estiman* los caudales en lugar de *medirlos* y donde hay muchas oportunidades para que los usuarios tomen más tiempo del asignado, es impresionante, ya que fácilmente podrían producirse discrepancia mayores.

5. La ausencia de problemas relacionados con el inicio y la cola característicos de muchos sistemas de riego por gravedad es un testimonio más de la eficiencia del manejo del agua en los módulos. Se usan distintas asignaciones de tiempo para compensar las pérdidas de agua en los canales de distribución, lo cual refleja un sorprendente grado de adaptación del manejo a las condiciones encontradas sobre el terreno.

6. Del mismo modo, la relativa uniformidad de la DRAR entre los distintos tipos de usuarios indica que existe suficiente disciplina en el sistema para impedir una influencia considerable como resultado del poder económico, o, lo que tal vez sea más probable, que no hay incentivos por parte de los propietarios particulares para emplear ese poder con el fin de obtener más agua superficial.

7. Para lograr una eficiencia general más alta en el sistema se requerirían incentivos adicionales para ahorrar agua -incentivos para los agricultores y los canaleros- con el fin de compensar el esfuerzo adicional de manejo. No obstante, una mayor eficiencia en el sistema tal vez no conduzca a un aumento de la eficiencia del agua a nivel de la cuenca debido a la recuperación de la infiltración profunda mediante el difundido bombeo del agua subterránea.

Bibliografía mencionada

Comisión Nacional del Agua (CNA). 1994-95. *Plan anual de riego.* Ciudad Lerdo, Edo. de Durango: CNA.

CNA. 1995. *Programa de transferencia de distritos de riego: Avance.* México D.F., México: CNA, Subdirección General de infraestructura Hidroagrícola. Gerencia de Distritos de Riego. Subgerencia de Transferencia.

Espinosa de León, and Trava Manzanilla, José Luis. 1992. Transferencia de los Distritos de Riego a los usuarios. Documento presentado a la ICID (Comisión Internacional de Irrigación y Drenaje) Tercera Conferencia Regional Panamericana, Mazatlán, Sinaloa, México, noviembre de 1992.

Gorriz, C. M., A. Subramanian, and J. Simas. 1995. *Irrigation management transfer in Mexico: Process and progress. Annex 1.* World Bank Technical Paper Number 292. Washington. D.C.: The World Bank.

Levine, G. 1982. *Relative water supply: An exploratory variable for irrigation systems.* Technical Report No. 6. The Determinants of Irrigation Problems in Developing Countries. Ithaca, N.Y.: Cornell University.

Palacios-Vélez, Enrique. 1994. *Diagnóstico sobre la administración de los módulos operados por las Asociaciones de Usuarios.* Montecillo, México: Informe Técnico, Colegio de Postgraduados.

Trava, José. 1994. Transfer of management of irrigation districts to WUAs in Mexico. En: *Indicative action plan and proceedings of national seminar on farmers' participation in irrigation management.* Aurangabad, Maharashtra, India: Water and Land Management Institute.

Informes de Investigación

10. *A Plot of One's Own: Gender Relations and Irrigated Land Allocation Policies in Burkina Faso.* Margreet Zwarteveen, 1997.
11. *Impacts of Irrigation Management Transfer: A Review of the Evidence.* Douglas L. Vermillion, 1997.
12. *Water Distribution Rules and Water Distribution Performance: A Case Study in the Tambraparani Irrigation System.* Jeffrey D. Brewer, R. Sakthivadivel, and K.V. Raju, 1997.
13. *Rehabilitation Planning for Small Tanks in Cascades: A Methodology Based on Rapid Assessment.* R. Sakthivadivel, Nihal Fernando, and Jeffrey D. Brewer, 1997.
14. *Water as an Economic Good: A Solution, or a Problem?* C. J. Perry, D. Seckler, and Michael Rock, 1997.
15. *Impact Assessment of Irrigation Management Transfer in the Alto Rio Lerma Irrigation District, Mexico.* Wim H. Kloezen, Carlos Garcés-Restrepo, and Sam H. Johnson III, 1997.

15-Es *Los Impactos De La Transferencia Del Manejo Del Riego En El Distrito De Riego Alto Río Lerma, México.* Wim H. Kloezen, Carlos Garcés-Restrepo y Sam H. Johnson III, 1997.

16. *Irrigation Management Transfer in Mexico: A Strategy to Achieve Irrigation District Sustainability.* Sam Johnson III, 1997.

16-Es *La Transferencia del Manejo de la Irrigación en México: Una Estrategia para Lograr la Sostenibilidad de los Distritos de Riego.* Sam H. Johnson III, 1997.

17. *Design and Practice of Water Allocation Rules: Lessons from Warabandi in Pakistan's Punjab.* D. J. Bandaragoda, 1998.
18. *Impact Assessment of Rehabilitation Intervention in the Gal Oya Left Bank.* Upali A. Amarasinghe, R. Sakthivadivel, and Hammond Murray-Rust, 1998.
19. *World Water Demand and Supply, 1990 to 2025: Scenarios and Issues.* David Seckler, Upali Amarasinghe, David Molden, Radhika de Silva, and Randolph Barker, 1998.
20. *Indicators for Comparing Performance of Irrigated Agricultural Systems.* David J. Molden, R. Sakthivadival, Christopher J. Perry, Charlotte de Fraiture, and Wim H. Kloezen, 1998.
21. *Need for Institutional Impact Assessment in Planning Irrigation System Modernization.* D. J. Bandaragoda, 1998.
22. *Assessing Irrigation Performance with Comparative Indicators: The Case of the Alto Rio Lerma Irrigation District, Mexico.* Wim H. Klozen, and Carlos Garcés-Restrepo, 1998.
23. *Performance of Two Transferred Modules in the Lagunera Region: Water Relations.* G. Levine, A. Cruz, D. Garcia, C. Garcés-Restrepo, and S. Johnson III, 1998.

23-Es *Desempeño de dos módulos transferidos en la región Lagunera: Relaciones del agua* G. Levine, A. Cruz Galván, D. García, C. Garcés Restrepo y S. Johnson III, 1999.

INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE
P O Box 2075, Colombo, Sri Lanka
Tel (94-1) 867404 • Fax (94-1) 866854 • E-mail IWMI@cgnet.com
Internet Home Page http://www.cgiar.org/iimi

ISBN 92-9090-379-1

ISSN 1026-0862