

## Participación y apropiación de la modernización y tecnificación del riego en Chihuahua México

María Dolores Olvera Salgado, email: [dolvera@tlaloc.imta.mx](mailto:dolvera@tlaloc.imta.mx)  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México

Waldo Ojeda Bustamante, email: [wojeda@tlaloc.imta.mx](mailto:wojeda@tlaloc.imta.mx)  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morelos, México

Gregorio Bahena Delgado, email: [grebade2003@yahoo.com.mx](mailto:grebade2003@yahoo.com.mx)  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México

Oscar Alpuche Garcés, email: [Alpuche@uaem.mx](mailto:Alpuche@uaem.mx)  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México

### RESUMEN

En México, el riego se realiza en 6,5 millones de hectáreas con infraestructura hidroagrícola, necesaria en el 66% del país que presenta condiciones de aridez. La recurrente sequía y el compromiso de entrega de agua, establecido en el tratado de 1944 entre México y Estados Unidos de Norteamérica, obligaron al país a tecnificar y modernizar el riego, para hacer eficiente el uso del agua. Con el uso de indicadores técnicos y socioeconómicos, se determinó su efecto de manera comparativa a partir de la percepción y participación de los productores. En el proceso de tecnificación y modernización del riego, se encontraron diferencias productivas y socioeconómicas significativas de acuerdo con el tamaño de la superficie tecnificada y el tipo de sistema de riego seleccionado.

**Palabras clave:** indicadores comparativos, percepción y participación, riego tecnificado.

## Participation and appropriation of modernization and technified irrigation in Chihuahua Mexico

### ABSTRACT

In México irrigation is made in 6,5 million hectares with hydrological infrastructure, which is needed in 66% of Mexican territory having an arid climate. Frequent droughts together with the water delivery commitment from the bilateral 1944 Treaty between Mexico and United States of America, the Mexican Government was enforced to support modernization and technified irrigation, to improve crop productivity and save water. The use of technical, social and economical indicators helped to identify producers perception and participation in the decision-making process, and appropriation of the new technology in irrigation systems. There are differences between small holders and large landowners but above all differences in irrigation systems.

**Keywords:** comparative indicators, perception and participation, technified irrigation.

## INTRODUCCIÓN

En México, la irrigación se realiza en 6,5 millones de hectáreas dominada por infraestructura hidroagrícola, de las cuales 3,5 millones corresponden a 85 distritos de riego (DR) desarrollados por el gobierno federal a partir de 1926, y 3,0 millones de hectáreas con unidades de riego constituidas con recursos del productor y localizadas de manera dispersa en todo el país. El 66% del país presenta condiciones de aridez lo que hace a la agricultura dependiente del riego. Los distritos de riego fueron conceptualizados como proyectos institucionales de irrigación desarrollados y operados por el gobierno federal, a partir de la creación de la Comisión Nacional de Irrigación en 1926. En la década de los noventa se inició la transferencia de la administración, operación y conservación de infraestructura de riego, maquinaria y equipo, a las asociaciones organizadas como Asociación Civil de Usuarios (ACU),

La asociación civil es una persona moral cuya autoridad máxima recae en la asamblea general, y para su funcionamiento cuenta con un consejo directivo y un consejo de vigilancia y se rigen por sus estatutos sociales, cuyos directivos son seleccionados por la asamblea de usuarios del riego. Para el proceso de transferencia los distritos de riego se dividieron en áreas de riego a las que se denominó “Módulos”, existiendo actualmente 477 en el país, su delimitación se hizo atendiendo a las características de la infraestructura, de tal forma que se facilite la entrega, distribución y medición del agua, así como los trabajos de conservación de la infraestructura.

También se consideró el número de usuarios y su voluntad para asociarse. A consideración de Murillo (2002), en este proceso de transferencia no se tomaron en cuenta las condiciones sociales específicas de cada distrito sino que se abordó de igual manera a todos, no importando aspectos económicos, productivos y culturales, que de hecho marcan diferencias entre ellos, sin embargo, a pesar de no considerar las diferencias mencionadas, sí existió un proceso de concertación para formar su ACU y recibir la transferencia. En los grandes distritos, existe un segundo nivel de organización que corresponde a la Sociedad de Responsabilidad Limitada de Interés Público y Capital Variable (S de RL), existiendo trece en el país, que representan a un conjunto de módulos en la recepción del agua entregada por la Jefatura de Distrito para posteriormente distribuirla en cada ACU., además de operar, conservar y administrar la red mayor de canales e infraestructura correspondiente de drenes, caminos, estructuras, instalaciones y maquinaria.

La tecnificación del riego es una componente del Programa Rehabilitación, Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego en México, el cual tiene entre sus propósitos el lograr un uso eficiente y sustentable del recurso agua, mediante acciones de rehabilitación y modernización de la infraestructura hidráulica concesionada en los Distritos de Riego y la *tecnificación del riego*, que permitan reducir las pérdidas de agua desde la red de conducción y distribución hasta la parcela, aumentando la disponibilidad de la misma y logrando un mejor aprovechamiento de la dotación con mayor eficiencia, mejorando la calidad y oportunidad del servicio de riego e incrementar la producción y productividad del agua. Los módulos de riego son los sujetos directos de esta política recibiendo los apoyos técnicos y económicos en representación de los usuarios que los integran y las decisiones se toman en asambleas generales.

La evaluación de la tecnificación en los DR's es importante para el seguimiento de políticas y ajuste de programas gubernamentales. Sin embargo, la evaluación técnica y socioeconómica en forma integral de los DR es limitada, y las que existen han sido evaluaciones puntuales y enfocadas a aspectos técnicos, económicos o ambientales, excluyendo la participación y

percepción del productor rural como fue señalado por Guzmán (2011) y Murillo (2002) en un modelo de gestión del agua usado en México, que considera un esquema de “arriba hacia abajo” conforme a políticas y necesidades gubernamentales. La participación es conceptualizada como un proceso voluntario, asumido por un grupo de individuos que se desarrolla en el tiempo y el espacio, con objetivos colectivos basado en un esquema organizado que requiere integración y apropiación participativa de la organización por parte de los asociados, para reducir brechas tecnológicas como la identificada por Masson and Halter (1985), en la que los agricultores de nivel socioeconómico alto adoptan en mayor medida las innovaciones con respecto a los de nivel bajo.

Los DR fueron diseñados por el gobierno federal con una tecnología de aplicación del riego por gravedad en las parcelas, construyendo en muchos de ellos canales y drenes principales mientras que las obras parcelarias quedaron a cargo de los usuarios, lo que aunado a varias décadas de deterioro en la infraestructura, por falta de conservación y mejoramiento, propiciaron una eficiencia global baja en el manejo del agua. Otro problema de gran significación e influencia es la escasez del agua asociada a las bajas eficiencias en su uso agrícola y urbano. Arreguín et al. (2010), considera que la mayor posibilidad de recuperación se encuentra en el campo agropecuario donde se utiliza el 77% del recurso y se opera con eficiencias de 37% en los distritos de riego y 57% en las unidades de riego.

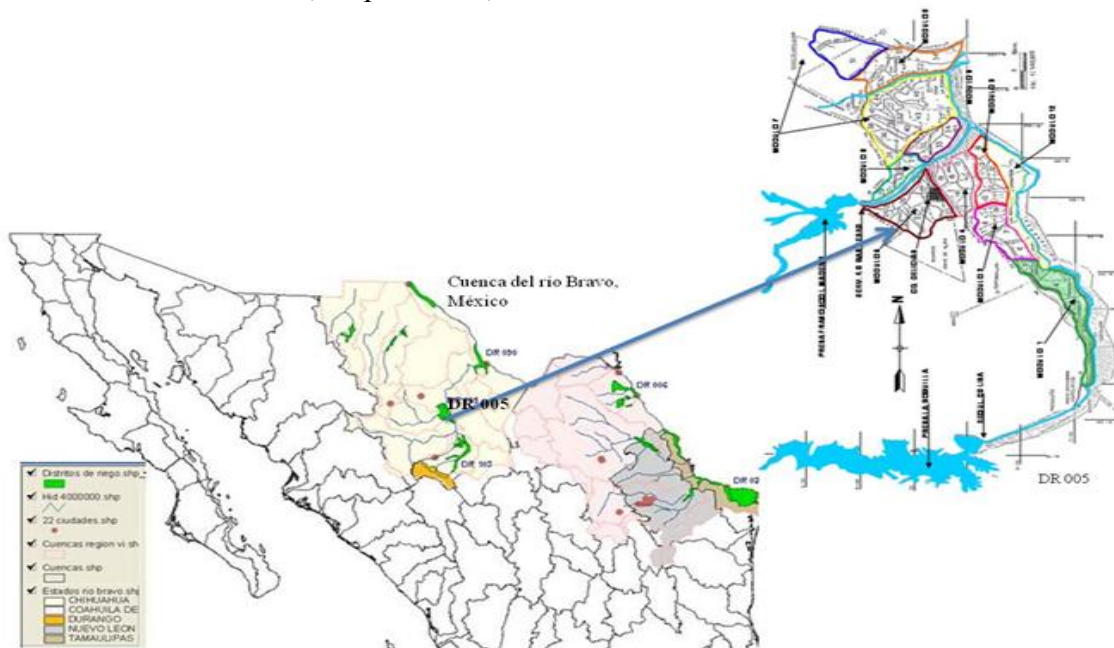
Ante esta problemática, en las últimas décadas, se han aplicado grandes recursos para tecnificar la zonas de riego del país, teniendo como meta la tecnificación de 1 722 000 hectáreas con infraestructura hidroagrícola y alcanzar una superficie de 3 139 000 hectáreas. En 2009, se puso en marcha el Proyecto Estratégico de Tecnificación del Riego, para apoyar los proyectos de adquisición e instalación de sistemas de riego que permitieran el uso eficiente y productivo del agua. En 2011 se atendieron tres mil 227 proyectos con una inversión de 1 500 millones de pesos, lo que se reflejó en la tecnificación de 114 827 hectáreas. El rendimiento de cultivos en superficie de riego se incrementó de 2,2 a 3,6 veces, en comparación con los que no cuentan con infraestructura hidroagrícola. A pesar de existir inversiones en 1 417 000 hectáreas, el análisis del impacto de las políticas de tecnificación ha sido limitado, ya que se evalúan los insumos y no los resultados estructurales. Ante esta limitante, es indispensable conocer indicadores de la participación y percepción de los usuarios directos sobre la tecnificación del riego.

El uso de indicadores socioeconómicos y técnicos para evaluar la percepción y participación del productor rural, puede facilitar la identificación de la apropiación de tecnología, de la participación en la toma de decisiones y de su efecto en la productividad de los recursos agua y suelo con mayor apego a la realidad del campo mexicano. Por lo tanto, en este trabajo se desarrolló y aplicó un grupo de indicadores para evaluar la percepción y participación del productor en la tecnificación del riego.

## **METODOLOGIA**

El trabajo se realizó en el DR 005, Delicias, Chihuahua, el cual pertenece a la cuenca del río Bravo (figura1), la cual de 1993 a 2003 sufrió una sequía calificada de “extrema”, situación que se reflejó en una reducción en el cauce de los ríos y del nivel de las presas, y fue propiciado el uso de fuentes alternas. El DR es administrado por diez ACU's, conocidas como “módulos”, siendo el módulo 4 el objeto de este estudio. En los últimos diez años, la lámina bruta anual de

riego en el DR fue de 16,95 cm, para un volumen menor que 1 000 millones de m<sup>3</sup> y, por otro lado, al acuífero se le extraen, en promedio, 46 millones de m<sup>3</sup>.



**Figura 1. Cuenca del río Bravo y localización del DR 005, Delicias, Chihuahua, México**

Las condiciones de sequía propiciaron, en la década de los noventa, la reducción de superficie agrícola (entre 1993-1995), de 80 mil hectáreas a 10 mil hectáreas y de 1 500 millones de metros cúbicos a apenas 200 millones de metros cúbicos de agua destinada a la agricultura del Distrito de Riego 005. (Olvera et al. 2005) y un promedio de 18,75 a 20,00 millones de metros cúbicos (dam<sup>3</sup>) por hectárea. Dicha condición cambió su tendencia a partir del año 2003, coincidente con el inicio de la modernización de la infraestructura hidroagrícola y la tecnificación del riego, tanto que en 2012, se registró una superficie de 56 454 hectáreas bajo riego, un volumen distribuido de 958 072 millones de m<sup>3</sup> y un volumen de 16,97 dam<sup>3</sup>/ha.

El área específica del presente trabajo fue el módulo de riego número cuatro (figura 2), con 793 usuarios y una superficie física de 7 329 hectáreas de las cuales el 16% corresponde al régimen de tenencia de la tierra clasificado como ejidal y el 84% a la propiedad privada. El ejido es una de las formas de propiedad rural que se caracteriza por el uso colectivo, mientras que la propiedad privada de la tierra es el régimen de tenencia de la tierra con mayor predominio. El módulo de riego se integra por secciones, y estas por un grupo de lotes identificados por números que los identifican en su padrón de usuarios. El usufructo de entre 10 a 20 ha (34%) y de entre 20 a 50 ha (31%) que corresponden en un 98% y un 100% a la propiedad privada respectivamente, son los predominantes, el resto de la superficie se encuentra fragmentada en un 20% en superficies de 5 a 10 ha, en un 11% con superficie de 2 a 5 ha, el 1% con superficie de 1 a 2 ha y el 3% con superficies superiores a 50 hectáreas, de la totalidad de superficie, el 85% es propiedad privada y el 15% es ejido con superficies de (1 a 10 ha).

Las fases del estudio consistieron en: compilación de información documental de la zona de estudio, determinar el tamaño de la muestra, diseñar el instrumento de la entrevista de campo, su aplicación y finalmente su análisis e interpretación así como la identificación y definición de

indicadores socioeconómicos y productivos. La obtención de información del productor fue fundamental para identificar la participación del usuario y su perspectiva en la tecnificación y modernización del riego, así como el impacto socioeconómico que afecta su desarrollo social, económico y productivo.



**Figura 2. Modulo de riego 4 y su lotificación**

Se usa la comparación de resultados para determinar y cuantificar las relaciones entre dos o más variables de respuesta. “En la metodología de las ciencias sociales, este método cuenta con una larga tradición. Aunque también se emplea en otras disciplinas, se puede decir que es especialmente propio de la ciencia política” (Nohler 2008), y en este trabajo se aplica al sistema agrícola de riego.

*Muestra de la investigación:* Para identificar la participación y percepción del usuario en la toma de decisiones de la tecnificación del riego y sus efectos tanto en adopción de la tecnología, como en otros indicadores productivos y socioeconómicos. De acuerdo con el método definido por Spiegel (1961), usado en varias investigaciones educativas actuales, se calculó la muestra representativa con un nivel de significancia de 0,05 en una superficie de 7 329 hectáreas y superficie promedio por finca agrícola de 9,24 hectáreas, con lo cual se determinó que 238 hectáreas representan al área de estudio. Aplicando la superficie media, equivale a analizar 26 fincas. Se seleccionaron las que presentaron condiciones comparables como son los tamaños de las fincas, tenencia de la tierra y/o estratos de superficie tecnificada, encontrando que 17 de ellas contenían los tres sistemas de riego objeto de la tecnificación del riego -multicompuestas (MC), aspersión (ASP) y goteo (GOT) -, además de pertenecer a rangos de entre 10 a 20 hectáreas y de entre 20 a 50 hectáreas. La superficie real que representan equivale al 14% de la superficie tecnificada en el módulo de riego y superior en un 59% a la superficie requerida en la muestra (tabla 1).

*Diseño de guía de entrevistas de campo:* la entrevista aplicada se orientó a identificar la participación y percepción de los usuarios del riego, a partir de información directa de los beneficiarios de la tecnificación y modernización del riego. El instrumento de investigación de campo abordó los temas siguientes: *apropiación de la tecnología, participación en la toma de decisiones y técnico productivo*, enunciando enseguida los aspectos más importantes:

*Apropiación de la tecnología:* considera superficie tecnificada, cultivo, uso del sistema, necesidades de capacitación, disposición o interés a cambiar su sistema de riego, posibilidad de tecnificar el riego con sus propios recursos, conocimiento de las causas de la estrategia institucional de tecnificar el riego y forma de participación.

*Participación en la toma de decisiones:* incluye participación en la decisión y selección del sistema de riego, cumplimiento de necesidades del productor, forma de comunicación sobre la tecnificación, la equidad de género en apoyos y recursos técnicos y económicos, forma de participación, forma parte de la directiva y forma de participación en elecciones internas.

**Tabla 1. Relación de fincas o parcelas de la muestra**

Sistema de riego actual	Rango de superficie (estrato en ha)	Clave de la Finca	Superficie de riego (ha)	Superficie tecnificada (ha)
Multicompuertas	de 10 a 20	1 424	11,89	11,89
	de 10 a 20	1 427	10,45	10,45
	de 20 a 50	1 666	23,55	23,55
Goteo	de 10 a 20	1 584	12,90	12,9
	de 20 a 50	2 200	28,30	27,86
	de 20 a 50	2 149	24,50	24,00
	de 20 a 50	2 148-2 147	29,85	20,00
	de 20 a 50	1 965	37,80	28,80
	de 20 a 50	1 687	24,75	24,75
Aspersión	de 10 a 20	2 028	19,70	19,70
	de 10 a 20	2 152	21,66	14,12
	de 10 a 20	1 514	9,98	9,98
	de 10 a 20	1 520	32,00	17,00
	de 20 a 50	1 724-1	35,10	33,00
	de 20 a 50	2 137	38,00	38,00
	de 20 a 50	1 724-2	34,00	33,00
	de 20 a 50	2 38	28,40	28,40
Total (ha)			422,83	377,40

*Técnico productivo:* contiene información por hectárea del costo de producción agrícola, desglosando cada una de las actividades en cantidad, unidad de medida, costo unitario y costo total, para que finalmente de manera acumulada se obtenga el costo de producción del productor,

y se complementa con información de rendimiento (ton/ha) y precio de venta de la producción (\$/ton).

*Análisis e interpretación:* Se elaboró una matriz de resultados que considera a cada uno de los temas investigados con los productores agrícolas entrevistados, lo cual posibilita el análisis de resultados con frecuencias relativas de las respuestas obtenidas. Los estratos analizados corresponden a la pequeña propiedad en rangos de 10 a 20 y de 20 a 50 hectáreas., excluyendo al ejido por no contar con beneficiarios de la tecnificación en los mencionados rangos de superficie. Los resultados permiten detectar la orientación de las estrategias de tecnificación e identificar áreas de desarrollo para los productores agrícolas de riego. Enseguida se muestra la matriz parcial de datos obtenidos sobre la apropiación que hace el productor de la tecnología del riego, en estratos similares de propiedad privada y para los sistemas de riego tecnificados y agrupados en multicompuertas, aspersión y goteo (tabla 2). La matriz se integró tan amplia como fue requerida por el número de preguntas aplicadas en la guía de entrevista al productor, y a partir de ella se calcularon las distribuciones relativas de cada respuesta obtenida y se determinaron los indicadores de la característica observada asignándole un valor numérico (CEPAL 1976).

*Valoración de indicadores:* calculada la distribución relativa de cada respuesta o respuestas que representan una unidad, se asignaron valores a los indicadores que dependiendo del efecto que ocasionen en el indicador se calificó como *uno* a los que favorecen la mejor condición del indicador, *menos uno* a los que lo afectan y *ceros* a los que no generaron ningún cambio. La determinación de los indicadores de *participación en la toma de decisiones* y de *apropiación de la tecnificación* del sistema de riego por parte de los productores agrícolas, partió de la información de campo, la cual se sistematiza en una matriz de datos, se calculó la distribución relativa de las respuestas obtenidas considerando a la *unidad* (1), como el total posible en cada respuesta, y posteriormente, se determinó su valor a partir del criterio de carácter positivo o negativo del elemento sobre el indicador, adaptado del método de Leopold et al. (1971), el cual maneja la magnitud de un impacto (entre -10 a +10), donde mientras mayor sea el valor, mayor será la magnitud de impacto. Además, para identificar impactos benéficos y adversos se usan símbolos adecuados como el + (más) y el - (menos). En la tabla 3 se ejemplifica la determinación parcial de la distribución relativa y la asignación de valor al indicador social de apropiación de tecnología de tecnificación y modernización del riego. El total de valores se suma y genera el valor del indicador, además, se identifica el valor máximo esperado el cual corresponde a la suma de valores positivos posibles de obtener, y el valor mínimo deseable del indicador se define por el resultado más importante esperado, en este caso el valor mínimo es *tres* (el cual se determina si usa el sistema, si es adecuado al cultivo y si cumple con las necesidades del productor agrícola). El proceso es similar para cada uno de los indicadores que se analizan.

La determinación de indicadores *técnico productivos* se realiza a partir de la obtención de información del productor, sobre su cultivo y sistema de riego hasta obtener dos resultados (uno previo a la tecnificación y otro posterior), se sigue el método de comparación de las dos condiciones y se le asigna valor a los indicadores. Como referencia en la tabla 4, se presenta un resumen comparativo del caso de sistemas de riego con multicompuertas, para el rango de 10 a 20 hectáreas.

**Tabla 2. Distribución relativa a partir de matriz de frecuencia de los datos de campo**

Sistema de riego	Rango de superficie del productor (ha)	Necesidad de capacitación sobre sistema de riego		Tema, en caso de necesitar capacitación			Disposición a cambiar el sistema	
		Sí	No	¿Cuándo, cuánto y cómo regar?	Operación del sistema de riego	Ninguno	Sí	No
Multi-compuertas	10 a 20	0,50	0,50		0,50	0,50	1,00	
	20 a 50		1,00			1,00		1,00
Aspersión	10 a 20	0,25	0,75	0,20	0,20	0,60	0,25	0,75
	20 a 50	0,50	0,50	0,33	0,33	0,33	0,50	0,50
Goteo	10 a 20		1,00			1,00		1,00
	20 a 50	0,40	0,60		0,40	0,60		1,00

**Tabla 3. Distribución relativa y valoración del indicador apropiación de tecnología**

Apropiación de la tecnología	Percepción	Distribución relativa			Valor aplicado a la distribución relativa	Asignación de valores		
		MC	ASP	GOT		MC	ASP	GOT
		10 a 20	10 a 20	10 a 20		10 a 20	10 a 20	10 a 20
Usa el sistema	Si	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33
	No				-1,00			
Necesita capacitación	Si	0,17	0,08		-1,00	-0,17	-0,08	
	No	0,17	0,25	0,33	1,00	0,17	0,25	0,33
Tema de capacitación necesaria	¿Cuándo, cuánto y cómo regar?		0,07		-1,00		-0,07	
	Operación del sistema de riego	0,17	0,07		-1,00	-0,17	-0,07	
	Ninguno	0,17	0,20	0,33	1,00	0,17	0,20	0,33

**Tabla 4. Comparativo del riego con multicompuertas y el de gravedad con 10 a 20 ha**

Indicadores/ estrato y cultivo	Gravedad		Multicompuertas		Resultado comparativo	
	10-20 pp		10-20 pp		10-20 pp	
	Cacahuete	Alfalfa	Cacahuete	Alfalfa	Cacahuete	Alfalfa
Productividad de la tierra (kg/ha)	3 500,00	10 500,00	3 500,00	10 500,00		
Productividad del agua (kg/m <sup>3</sup> )	0,22	0,75	0,29	1,06	0,07	0,31
Costo de producción (\$/ha)	13 106,50	16 941,90	13 071,50	23 741,30	-35,00	6 799,40
Utilidad bruta (\$/ha)	33 250,00	26 250,00	33 250,00	26 250,00		
Utilidad neta (\$/ha)	20 143,50	9 308,10	2 0178,50	2 508,70	35,00	-6 799,40
Relación Beneficio Costo	2,53	1,55	2,54	1,11	0,01	-0,44
Productividad del fertilizante	218,75	26,25	218,75	16,15		-10,10
Jornales consumidos	6,65	7,20	6,98	3,75	0,33	-3,45
Derrama económica por contratación de jornales (\$)	1 553,12	1 505,50	1 703,12	1 151,50	150,00	-354,00
dam <sup>3</sup> de agua consumida	16,00	14,00	12,00	9,94	-4,00	-4,06
Producción del agua (\$/m <sup>3</sup> )	2,08	1,88	2,77	2,64	0,69	0,77



Enseguida se asigna valor a los resultados: *uno* (1), al resultado comparativo que favorece a la mejor condición del indicador o parte del indicador, el valor de *cero* (0), al resultado del comparativo que refleja permanencia o condiciones similares en los sistemas de riego comparados, y *menos uno* (-1) al resultado que lo afecta de manera negativa. Asimismo, se clasifican los resultados en: **a)** indicador técnico que considera la productividad de la tierra (kg/ha) y del agua (kg/m<sup>3</sup>), productividad del fertilizante (adimensional) y los miles de metros cúbicos de agua consumida (dam<sup>3</sup>), **b)** indicador económico, que incluye la utilidad bruta y neta de la producción (\$/ha), relación beneficio-costo (adimensional) y producción del agua (\$/m<sup>3</sup>) y finalmente: **c)** indicador social, que comprende el número de jornales consumidos y la derrama por contratación de jornales (\$).

*Indicadores de percepción y participación social:* se determinan dos valores de comparación, el indicador, el máximo posible en ecuaciones (1)-(2) y el mínimo aceptable en ecuaciones (3)-(4). La obtención de ellos se determinó con las siguientes fórmulas:

$$\text{Valoración máxima general:} \quad (VM) = V_1 + V_2 + \dots + V_{n-1} + V_n \quad (1)$$

$$\text{Valoración máxima del sistema o proyecto:} \quad (VM_s) = (V_{t_s} * VM) / T_i \quad (2)$$

$$\text{Valor mínimo aceptable:} \quad (V_{ma}) = V_{r1} + V_{r2} + \dots + V_{r_{n-1}} + V_{rn} \quad (3)$$

$$\text{Valor mínimo aceptable del sistema o proyecto:} \quad (V_{mas}) = (V_{t_s} * V_{ma}) / T_i \quad (4)$$

donde:

$V$ = Valor positivo asignado a la respuesta como la mejor opción obtenida en cada componente que integra al indicador.

$n$  = número de valores positivos de respuesta.

$V_{t_s}$ = Valor total del indicador específico del sistema de riego o proyecto.

$VM$ = Valoración máxima general.

$T_i$ = Valor total del indicador general.

$V_r$ = valor positivo asignado a la respuesta en cada componente clasificada como regular o seleccionado como mínimo requerido.

$V_{ma}$ = Valor mínimo aceptable.

*Indicadores socioeconómicos de los cultivos tecnificados:* el abordaje del análisis, desde un punto de vista integrador de las componentes técnicas y socioeconómicas, permite determinar el impacto del riego aplicando el método comparativo, como fue analizado por Olvera et al. (2013), para orientar una zona de temporal susceptible al riego. Bajo esa premisa, se consideran los tres aspectos: económico, técnico y social. En el *social* se agrupan los resultados obtenidos y procesados de jornales consumidos y su derrama económica en la hectárea tecnificada con riego; en el *económico* se considera la utilidad bruta de la producción (se refiere al dinero recibido por el productor, producto de la venta de su producto agrícola, expresado en pesos por hectárea), la utilidad neta de la producción (resultante de restar el costo de producción de la utilidad bruta de la producción, expresada en pesos por hectárea), y la relación beneficio-costo, indicador económico que relaciona el costo de producción con la utilidad bruta de la producción y la productividad del agua expresada en pesos por metro cúbico, resultado de dividir la utilidad bruta de la producción entre los metros cúbicos de agua aplicados al cultivo, y finalmente en el

*productivo*, se incluyen la productividad de la tierra (rendimiento en kilogramos por hectárea), productividad del agua (rendimiento en kilogramos entre volumen aplicado al cultivo expresado en metros cúbicos), productividad del fertilizante (adimensional) y el agua consumida (expresada en miles de m<sup>3</sup> o dam<sup>3</sup>).

## RESULTADOS

Es característica diferencial entre los productores agrícolas rurales del módulo 4, que en los sistemas de riego con multicompuertas y con poca superficie, cultivan principalmente cacahuate (*Arachis hypogaea L.*) y alfalfa (*Medicago sativa*) en proporción similar (50%), mientras que los de más de veinte hectáreas tecnificadas con riego por aspersión orientan su producción al cultivo de alfalfa en mayor proporción y maíz (*Zea mays L.*) o sorgo (*Shorgum halepensis L.*) en menor proporción. Contrastante es la orientación que asumen los productores con sistema de riego por goteo, los cuales prefieren la producción de hortalizas (100% los de 10-20 ha) con predominancia de chile (*Capsicum annum*), y una minoría (40%) con superficie de entre 20 a 50 hectáreas producen sorgo y maíz. *En participación sobre la toma de decisiones y apropiación de la tecnología:* se identificaron necesidades de capacitación en los temas de “cuándo y cuánto regar” y en “operación del sistema de riego”, y la no necesidad de capacitación se manifiesta en productores con multicompuertas en superficies de 20 a 50 hectáreas y en goteo con superficie de 10 a 20 hectáreas. A pesar de no requerir capacitación en los sistemas de multicompuertas (10 a 20 ha), sobresale la falta de participaron en la decisión de la tecnificación y modernización deduciendo que solo fueron receptores del cambio, mientras que los productores de goteo (10 a 20 ha) sí participaron en la selección de su sistema de riego y consecuentemente se han apropiado de la tecnología. En los rangos de superficie que manifiestan no requerir capacitación (20-50 ha con multicompuertas), incluyendo a la totalidad del sistema de riego por goteo se identificó que no necesitan cambiar el sistema de riego porque cumple con sus necesidades, caso contrario es el del sistema de multicompuertas, que en un 100% cambiarían su sistema de riego por no cumplir con sus necesidades y por modernizar el sistema.

Por otro lado, en las superficie menores (10 a 20 ha) se identifica un manifiesto disgusto con el sistema, a pesar que el 20% participó seleccionando su sistema, el 20% en la toma de decisión, el 20% con aportación económica y el restante 20% no tuvo participación, entonces, el 60% que de alguna manera tuvo participación en la toma de decisión de tecnificar con multicompuertas, ahora puede percibir que no fue la mejor decisión tomada, y son los productores que buscan cambiar el sistema de riego en aras de mejorar su condición socioeconómica y productiva. La totalidad de usuarios del riego usa el sistema de riego tecnificado, motivados en su mayoría por la necesidad de ahorro de agua, y en orden de importancia descendente, por pagar el costo, por tener mayor producción, por facilitar el manejo del agua y por ser adecuado al cultivo (figura 3).

## Indicadores

En los temas de participación en la apropiación de tecnología y participación en la toma de decisiones, los productores con propiedad de 10 a 20 hectáreas, reflejan valores dentro del rango mínimo y máximo del indicador, sin embargo, más cercanas al valor mínimo aceptable del indicador, lo cual refleja la necesidad de mayor participación del productor en las decisiones que se asuman en el módulo de riego, ya que ello impacta directamente en la apropiación del cambio tecnológico. Conforme la superficie en producción aumenta (20-50 ha), la participación aumenta a más del 50% del valor máximo deseable y la apropiación de la tecnología presenta condiciones muy parecidas a productores del rango de 10 a 20 hectáreas (figura 4 y figura 5).

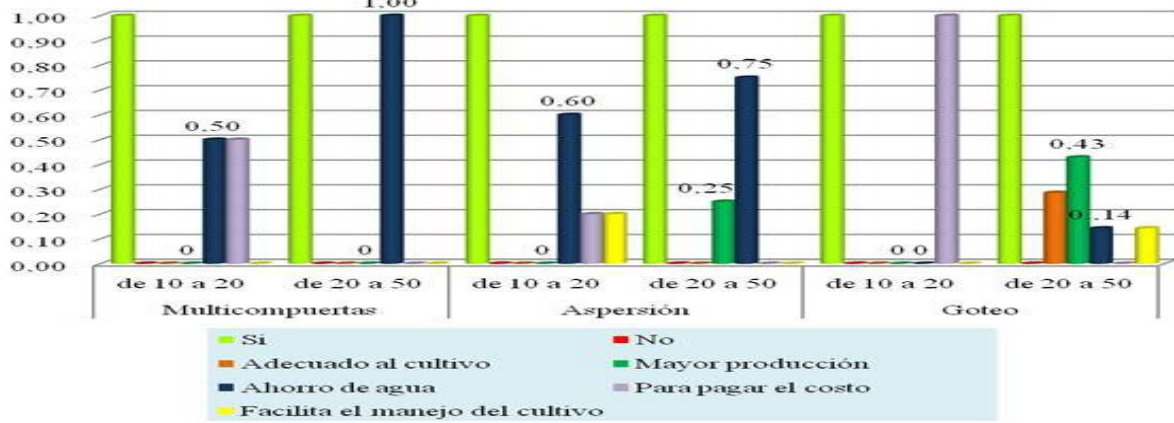


Figura 3. Uso del sistema de riego y motivos de ello

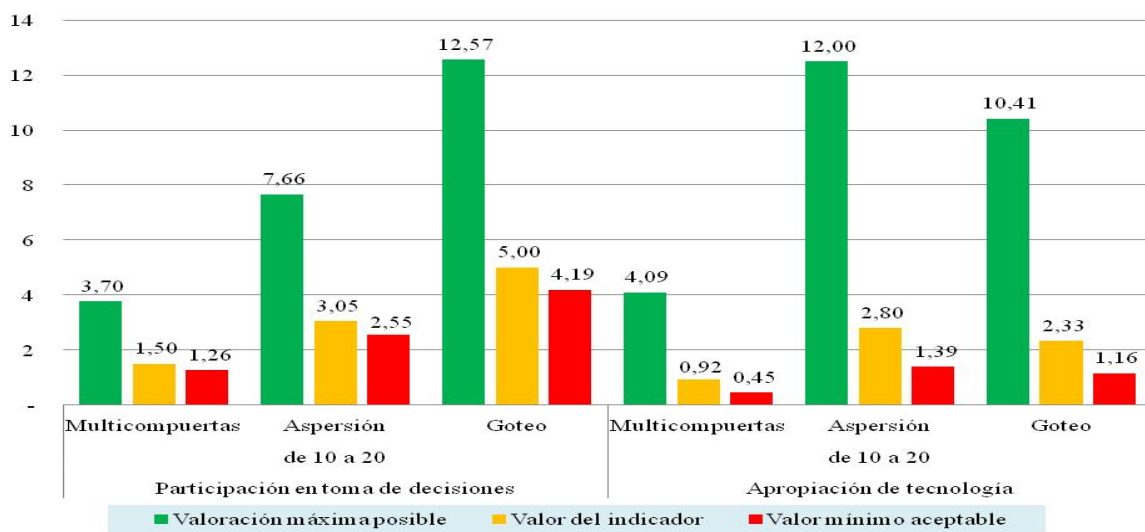


Figura 4. Valoración de indicadores por sistema y rango de superficie de 10 a 20 hectáreas

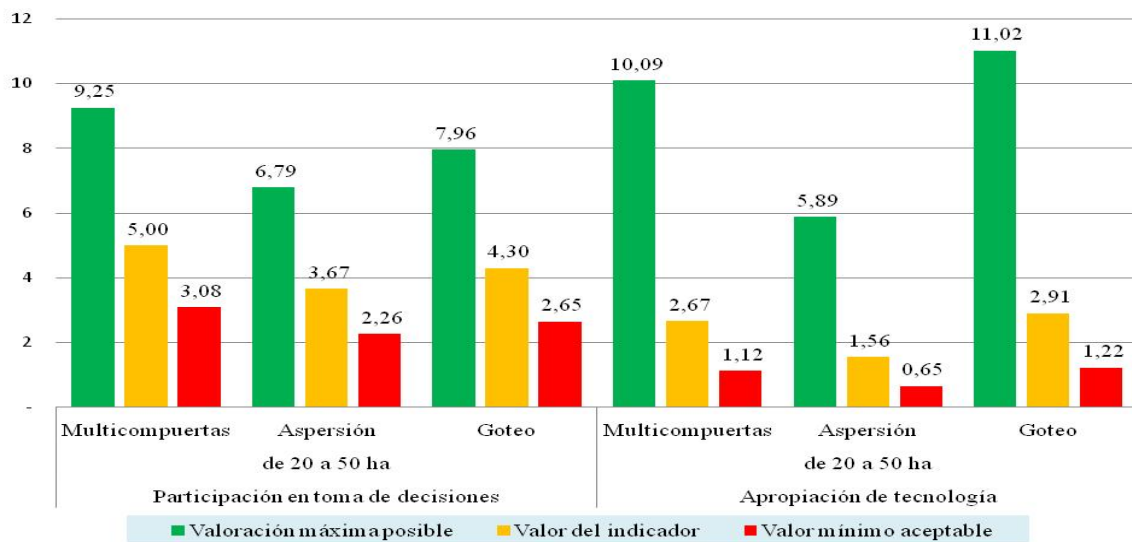
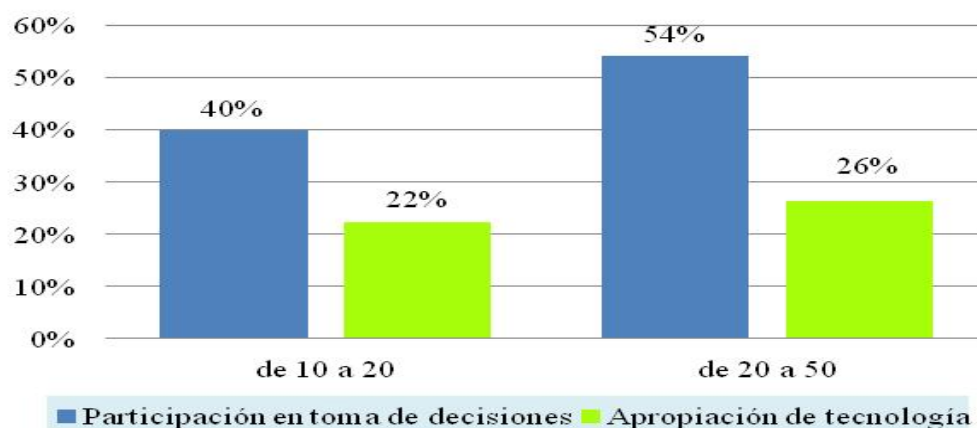


Figura 5. Valoración de indicadores por sistema y rango de superficie de 20 a 50 hectáreas

De manera comparativa, se tiene mayor participación en la toma de decisiones y mayor apropiación de la tecnología, en productores con mayor superficie (figura 6).



**Figura 6. Valor porcentual del indicador con respecto al valor máximo deseable**

*En el sistema productivo:* los productores con sistema de riego por goteo, presentan los mejores valores e incluso alcanzan el valor máximo deseable en sus indicadores económico, social y técnico productivo. Los sistemas de multicompuertas son los que más se alejan del valor máximo del indicador. Este resultado refleja que el sistema menos favorecido es el de multicompuertas (tabla 5).

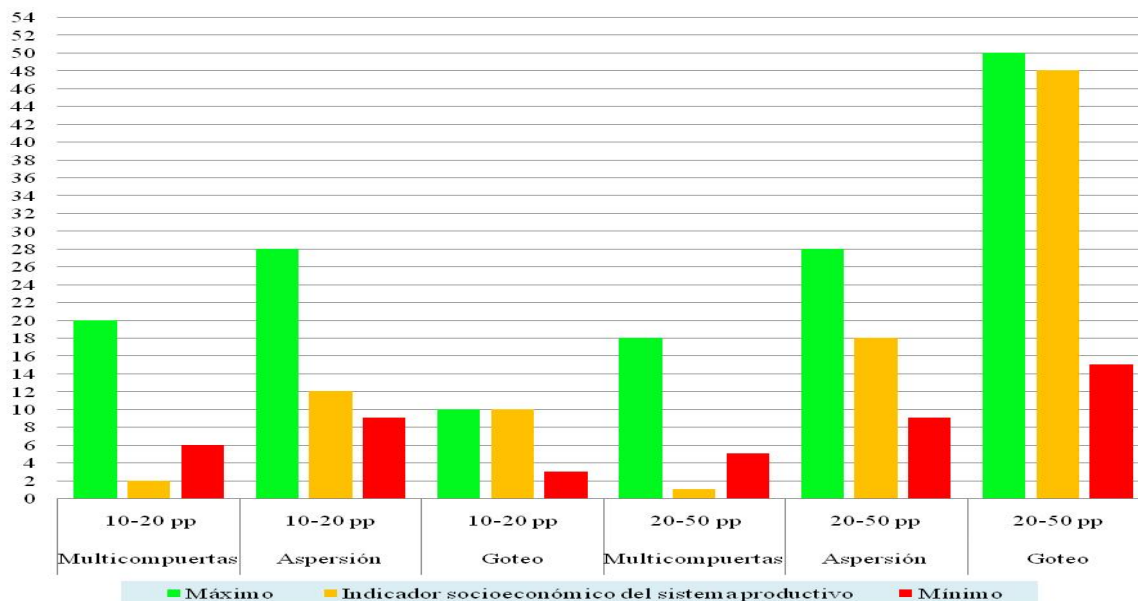
El mejor indicador socioeconómico generado con las variables consideradas es el obtenido en los sistemas de goteo (figura 7).

**Tabla 5. Valores de indicadores socioeconómicos productivos**

Parámetro y valor del indicador	MC	ASP	GOT	MC	ASP	GOT
	10-20 ha	10-20 ha	10-20 ha	20-50 ha	20-50 ha	20-50 ha
<i>Obtenido: Económico</i>	-1	1	4	1	4	20
Máximo	8	4	4	12	4	20
Mínimo	2	1	1	3	1	5
<i>Obtenido: Social</i>	0	3	2	-2	4	8
Máximo	4	8	2	2	8	10
Mínimo	2	4	1	1	4	5
<i>Obtenido: Técnico productivo</i>	3	8	4	2	10	20
Máximo	8	16	4	4	16	20
Mínimo	2	4	1	1	4	5
<i>Obtenido: Indicador socioeconómico productivo</i>	2	12	10	1	18	48
Máximo	20	28	10	18	28	50
Mínimo	6	9	3	5	9	15

En general los indicadores que se consideraron por su relación o posible efecto entre sí presentan valores superiores al mínimo aceptable en los dos grupos de rango de superficie analizados (10-20 y 20-50 hectáreas), sin embargo, quienes tienen un mayor valor respecto al máximo deseable son los productores de la superficie mayor (20-50 ha), encontrando la mayor

diferencia entre el indicador denominado socioeconómico del sistema productivo en un 29% más que el valor relativo al máximo de los productores de 10 a 20 ha.



**Figura 7. Comparativo del indicador socioeconómico generado en el sistema productivo**

El nivel más bajo se identifica en el rango de 10 a 20 hectáreas del sistema productivo regado con multicompuertas. La participación en la toma de decisiones menor se identifica con productores del rango de 10 a 20 hectáreas dado que el valor de su indicador está más próximo al mínimo aceptable, lo cual se refleja en el indicador socioeconómico del sistema productivo con multicompuertas al obtener valores negativos en ambos estratos de superficie, así como en el indicador de apropiación de tecnología en valores muy próximos al mínimo aceptable (tabla 6 y tabla 7).

Lo anterior es coincidente con lo que Masson and Halter (1985) concluyen, al mencionar una mayor adopción tecnológica en niveles socioeconómicos más altos, pero también es certera y coincidente la poca participación social en el proceso de gestión del agua, ya que los indicadores resultantes fueron muy bajos para este módulo de riego. No se pueden adoptar tecnologías por instrucción y sin participación, dado que los objetivos están bien identificados por el productor, al considerar que la tecnificación y modernización favorece el ahorro de agua, apreciación sobresaliente en un área con escasez de este recurso.

**Tabla 6. Indicadores en productores de superficie menor**

Valores por indicador resultante	Participación en toma de decisiones			Apropiación de tecnología			Socioeconómico del sistema productivo		
	de 10 a 20			de 10 a 20			de 10 a 20		
	MC	ASP	GOT	MC	ASP	GOT	MC	ASP	GOT
Valoración máxima posible	3,77	7,66	12,57	4,09	12,50	10,41	20,00	28,00	10,00
Valor del indicador	1,50	3,05	5,00	0,92	2,80	2,33	2,00	12,00	10,00
Valor mínimo aceptable	1,26	2,55	4,19	0,45	1,39	1,16	6,00	9,00	3,00
Relación con el valor máximo	0,40			0,22			0,41		

**Tabla 7. Indicadores en productores con mayor superficie**

Valores por indicador resultante	Participación en toma de decisiones			Apropiación de tecnología			Socioeconómico del sistema productivo		
	de 20 a 50 ha			de 20 a 50 ha			de 20 a 50 ha		
	MC	ASP	GOT	MC	ASP	GOT	MC	ASP	GOT
Valoración máxima posible	9,25	6,79	7,96	10,09	5,89	11,02	18,00	28,00	50,00
Valor del indicador	5,00	3,67	4,30	2,67	1,56	2,91	1,00	18,00	48,00
Valor mínimo aceptable	3,08	2,26	2,65	1,12	0,65	1,22	5,00	9,00	15,00
Relación con el valor máximo	0,54			0,26			0,70		

## CONCLUSIONES

El método de obtención de información del propio productor permite identificar áreas de desarrollo o mejora, así como la perspectiva del productor rural. La valoración de indicadores socioeconómicos permite identificar puntos de debilidad y fortalezas de los productores rurales en la apropiación del cambio y en sus niveles de participación en la toma de decisiones.

Los sistemas de riego por goteo, con cultivos de mayor inversión como las hortalizas, son los que presentan mejores indicadores de participación y adopción de la tecnología, y que propician mejores condiciones socioeconómicas, son por ende, usufructuados por productores de nivel socioeconómico alto. Panorama diferente es el de los productores con multicompuertas y cultivos básicos como el cacahuete, maíz y sorgo, entendible es su menor nivel socioeconómico, además de presentar indicadores bajos de apropiación de la tecnología, interés en cambiar el sistema de riego y una forma poco orientada en la decisión de tecnificación y modernización del riego. Es necesario propiciar mayor participación e información en los asociados de la ACU, buscar reducir brechas de diferencias socioeconómicas propiciando acceso a financiamientos y proyectos de desarrollo integral.

Los resultados indican que la percepción y participación de los productores son elementos que se deben considerar en el proceso de tecnificación y modernización del riego, y que usando indicadores comparativos se identifican diferencias significativas de acuerdo con el tamaño de la superficie tecnificada y el tipo de sistema de riego seleccionado. Asimismo, la integración de indicadores técnicos, sociales y económicos ofrece la posibilidad de orientar la toma de decisiones, dependiendo del enfoque de desarrollo que se desee para una región, así como reorientar acciones de tecnificación del riego ya realizadas.

## REFERENCIAS

**Arreguín F., Alcocer V., Marengo H., Cervantes C., Albornoz P. y Salinas G. (2010).** "Los retos del agua" En: El agua en México: cauces y encauces. Academia Mexicana de Ciencias, p 51-77, Primera edición. México.

**CEPAL (1976).** "Indicadores del desarrollo económico y social en América Latina". Cuadernos estadísticos de la CEPAL. Naciones Unidas. Chile.

**Guzmán N.B.** (2011). “El agua para la agricultura de riego en el estado de Morelos, una historia de conflictos e intereses”. *Desarrollo Ambiente y Cultura*, Vol 1, Nro. 0, pp. 1-14. México, extraído de: <http://www.deambienteuaem.org.mx/PDF/n0-01Nohora.pdf>. en julio de 2013.

**Leopold L. B., Clarke F. E., Hanshaw B. B. and Balsley J.E.** (1971). “A procedure for evaluating environmental impact”. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C. USA.

**Masson R. and Halter N.** (1985). “The application of a system of simultaneous equations to an innovation diffusion model”. In: *Causal models in the social sciences* (ed. H.M. Blalock Jr.), Aldine Pub. Co., New York, USA.

**Murillo D.** (2002). “El discurso como instrumento de la transferencia de distritos de riego: el caso de dos distritos de la cuenca Lerma Chapala”. En: *Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago* (Schoendube B.B., Durán J. M., Sánchez M. y Torres A. - coords.). Editora El Colegio de Michoacán, Universidad de Guadalajara, 675 p., ISBN: 970-27-0222-4, México.

**Spiegel M. R.** (1961). “Theory and problems of statistical decision theory”. *Schaum’s outline series*, McGraw-Hill Book Company, Cap. 10, pp. 168-169. USA.

**Nohler D.** (2008). “Ciencia política. Teoría institucional y relevancia del contexto”. Segunda edición. Editorial Universidad de Rosario, ISBN 978-958-8298-77-1, 264 p., Colombia.

**Olvera M. D., Montiel M., Peña E., Mercado F. y Giner M.** (2005). “Evaluación económica del plan director para la rehabilitación y modernización del distrito de riego 005 Delicias, Chih.” *Memorias del XIII Congreso Nacional de Irrigación*, Acapulco, Guerrero, 20-22 de octubre de 2005, México.

**Olvera M.D., Alpuche O. y Montiel M. A.** (2013). “Indicadores técnicos para la conversión productiva de agricultura de temporal a riego”. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae), Vol. 34, No. 3, pp. 44-56, Cuba.