



Artículo: COMEII-16038

II CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE COMEII 2016

Chapingo, Edo. de México, del 08 al 10 de septiembre

IMPACTO DE LA TECNIFICACIÓN DEL RIEGO A PARTIR DE INDICADORES COMPARATIVOS EN DISTRITOS DE RIEGO

María Dolores Olvera Salgado^{1*}; Juan Manuel Angeles Hernández¹; Jorge Andrés Castillo González¹; Pedro Pacheco Hernández¹; Juan Cenobio Torres Morales¹; Helene Emmi Karin Unland Weiss¹; Rodolfo Namuche Vargas¹.

¹Coordinación de Riego y Drenaje. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac 8532, Col. Progreso, C.P. 62550 Jiutepec, Morelos, México. dolvera@tlaloc.imta.mx.
(*Autor para correspondencia).

Resumen

La toma de decisiones sustentada en indicadores en los diferentes niveles de planeación sobre la agricultura de riego, se relaciona con indicadores de producción y productividad del agua y de la tierra, y socioeconómicos relacionados, cuyo insumo básico es la información de los sistemas de producción. El costo de producción, principal fuente alimentadora de información, a pesar de existir a niveles locales, no es obtenido de modo directo del productor agrícola, por tal motivo se realizó la investigación de campo con productores representativos en un módulo de riego y a partir de los resultados usando el método comparativo e inductivo se determinaron indicadores socioeconómicos y productivos para determinar el impacto de la estrategia de tecnificación y modernización de los sistemas de riego en el Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua. Los resultados se presentan como indicadores productivos y socioeconómicos en los sistemas de riego tecnificados encontrando que los sistemas de riego por goteo y por aspersión son los que generaron cambios a favor en productividad de la tierra y del agua y en la generación de jornales, efecto no encontrado en el caso de sistemas con multicompuertas.

Palabras clave: Productor agrícola, método comparativo, riego tecnificado.



Introducción

Los distritos de riego 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, se conforman por una o varias superficies previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica la zona de riego, que cuenta con las obras de infraestructura hidráulica, aguas superficiales y del subsuelo, así como con sus vasos de almacenamiento, su zona federal, de protección y demás bienes y obras conexas, pudiendo establecerse también con una o varias unidades de riego, (CONAGUA, 2013) registran para el año agrícola 2014-2015 una superficie 2.9 millones de hectáreas en producción en sus 86 distritos de riego (CONAGUA, 2015). Sitios que utilizan aproximadamente el 77% del recurso, operando con eficiencias por demás bajas de alrededor al 37% en los distritos de riego y del 57% en las unidades de riego (Arreguín, 2010).

En las últimas décadas, se han aplicado grandes recursos para tecnificar las zonas de riego de la nación mexicana, en cerca del 50% de las hectáreas agrícolas con riego del país, en concordancia la Conagua adoptó esta estrategia federal iniciando en 2002-2003 con la tecnificación y modernización del riego en el distrito de riego 005 Delicias, Chihuahua, como sitio piloto, el cual adolecía de graves deficiencias que limitaban su potencial productivo, entre ellas y aunada a la grave sequía registrada en años previos al 2003, se tenía una severa falta de mantenimiento adecuado, contando con canales sin revestimiento, infraestructura deteriorada y técnicas ineficientes de aplicación del agua a los cultivos, y por si esto fuera poco, la deuda de agua pendiente entre México y Estados Unidos establecida en el Tratado de Límites y Aguas de 1944, presentaba un panorama oprimiente, el cual fue abordado por el gobierno federal a través de un financiamiento de Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN) por 143 millones de dólares. El esquema propuesto donde el BDAN aportaría 40 millones, la totalidad de los recursos disponibles para México a través de su Fondo de Inversión para la Conservación del Agua (FICA) para apoyar los proyectos del Distrito de Riego 005, y el resto de los recursos los aportaría el gobierno mexicano, iniciando con ello el mejoramiento de la infraestructura hidráulica de la región, considerando dentro de las acciones prioritarias a la tecnificación y modernización del riego (NADB, s/f).

La magnitud de la inversión y de expectativas de esta estrategia requiere de una evaluación y seguimiento a partir del uso de indicadores efecto de la tecnificación del riego que permita identificar la apropiación de tecnología, la participación en la toma de decisiones y el efecto en la productividad de los recursos agua y suelo con mayor apego a la realidad del campo mexicano (Olvera *et al.*, 2014), contrario a lo encontrado en la mayoría de evaluaciones e indicadores de los DR donde ha predominando el aspecto técnico y la exclusión de la participación del productor rural en su determinación (Rubio, 2012; Genro, 1999; Marañón, 2007), así como el predominio del esquema típico y el modelo de gestión del agua usado en México, que considera un esquema de “arriba hacia abajo” conforme a políticas y necesidades gubernamentales (Guzmán, 2011 y Murillo, 2002), sin abordar la



integralidad de indicadores y la obtención de información que considere al productor como fuente original. El uso del modelo de comparación y de la inducción de resultados a partir del enfoque de estudios de casos (fincas y productores representativos y participativos), parte de resultados particulares que sustentan la generalización en una zona de riego con características y tecnologías similares.

Metodología

El productor participativo: la participación como un proceso voluntario, asumido por un grupo de individuos que se desarrolla en el tiempo y el espacio, con objetivos colectivos basados en un esquema organizado que requiere integración y apropiación participativa de la organización y sus asociados, se presenta como una de las formas para reducir brechas tecnológicas como la identificada por Masson y Halter (1985), en la cual los agricultores de nivel socioeconómico alto adoptan en mayor medida las innovaciones con respecto a los de nivel bajo, propiciando diferencias en el desarrollo rural de los productores con menores condiciones socioeconómicas. Una vez identificado y definido el número de entrevistas de campo, se aplicó el instrumento de análisis de finca también conocido como estudios de casos en el área social, y para ello se diseñó el instrumento que fue integrado de preguntas cerradas y complementado con algunas abiertas, con ello los productores representativos y participativos voluntarios expresaron su manera de producir de modo cualitativo y cuantitativo.

La obtención de información del productor fue fundamental para identificar la participación del usuario del agua para la agricultura y su perspectiva en la tecnificación y modernización del riego, así como, el impacto socioeconómico que afecta su desarrollo social, económico y productivo. En este método, se utilizó la entrevista directa aplicada a 52 sistemas productivos (26 antes de la tecnificación en 2003 y 26 después de la tecnificación en 2014), apoyada como ha sido mencionado con los instrumentos de investigación (Guion de entrevista), aplicados a productores representativos de los casos o fincas analizadas, entendiendo a la entrevista como la conversación de dos o más personas para tratar de un asunto, técnica usada en la fase introductoria, para iniciar una relación con el entrevistado y generar confianza y condiciones de apertura en la aplicación del instrumento escrito y guiado de la investigación. Las técnicas de comunicación verbal caracterizadas por el uso de un lenguaje sencillo y adecuado, pero sobre todo respetuoso, permitieron explicar el objetivo y el procedimiento de la investigación de campo, a partir de la autorización y disponibilidad de participación del productor rural, con información fidedigna sobre la participación y la percepción de la tecnificación del riego y su forma de producción. La cédula de investigación diseñada fue el instrumento utilizado para la recogida de información, con el objetivo de contar con datos que se pudieran analizar, cuantificar y estandarizar el procedimiento de la entrevista. Su finalidad fue la de conseguir la comparabilidad de la información en los dos tiempos de análisis (el antes y el después).

Área de Estudio: el trabajo fue realizado en el módulo 4 del distrito de riego 005 Delicias, en Chihuahua, con un registro en su padrón de usuarios de una superficie actual total de 8,373.90 hectáreas que reciben el servicio de riego del Canal Principal K-73-9; además de los pozos existentes, en su caso dentro de la misma área, organizado como Asociación Civil de Usuarios del riego.

Los cultivos predominantes en los sistemas de riego (multicompuestas, aspersión, y goteo) y que fueron sujetos a la tecnificación del riego en el año 2003, (figura 1), con 12,707.55 hectáreas en producción, de las cuales el 56.47% tienen riego con multicompuestas, en cultivos como el cacahuate (*Arachis hypogaea L.*), alfalfa (*Medicago sativa*) y rye grass (*Lolium multiflorum*), el 14.46% con riego por aspersión (riego por microaspersión en nogal (*Carya illinoensis*), riego con avance frontal y pivote central para cultivos forrajeros de maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum vulgare*) y alfalfa, y el restante 29.07% con riego por goteo usado predominantemente con el cultivo de chile (*Capsicum annuum*).

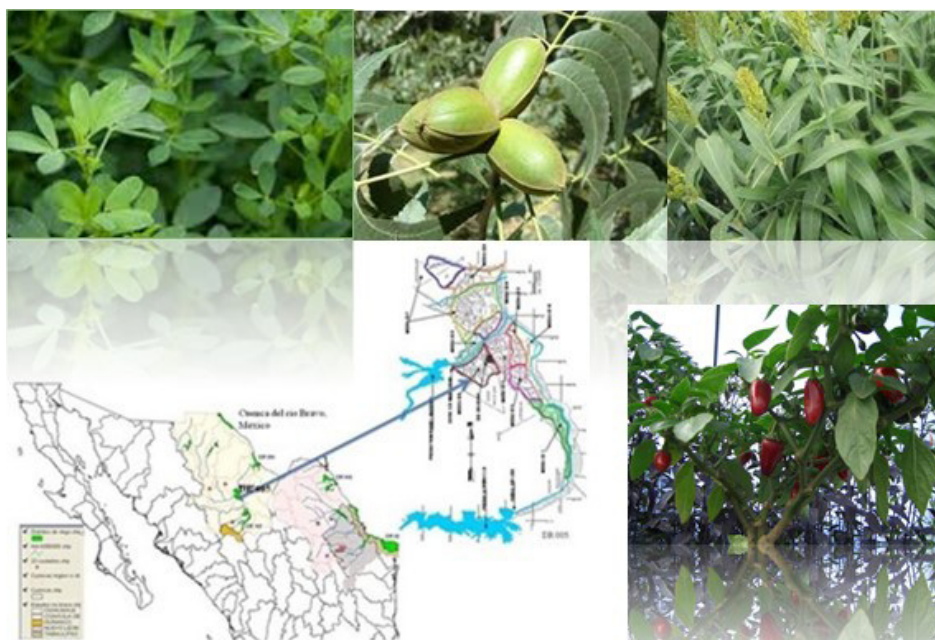


Figura 1. Zona de estudio en el norte de México y algunos cultivos analizados.

Se realizó la sistematización y análisis de 26 parcelas con sistema de riego por gravedad y su par comparativo de otras 26 parcelas con sistema de riego modernizado., en total se **integraron 52 costos de producción de cultivos principales** del módulo cuatro. La superficie analizada doblemente (gravedad y sistema modernizado del riego) fue de 487.93 hectáreas, correspondiendo 88.39 al sistema de multicompuestas, 206.23 al riego por aspersión y 193.31 al sistema de riego por goteo (Cuadro 1), es decir en total se estudió el sistema productivo en una superficie total de **975.86 hectáreas**.



Cuadro 1. Superficie de las fincas o parcelas caso (con dos aplicaciones)

| Régimen de tenencia de la tierra | Estrato de superficie (ha) | Cantidad | Número de estudios de casos | | | Superficie con sistema (ha) | | |
|----------------------------------|----------------------------|----------|-----------------------------|-----|-----|-----------------------------|--------|--------|
| | | | MC | ASP | GOT | MC | ASP | GOT |
| Ejidal | 2 a 5 | 2 | 2 | | | 6.25 | | |
| | 5 a 10 | 3 | 3 | | | 26.50 | | |
| Propiedad privada | 2 a 5 | 1 | | 1 | | | 3.53 | |
| | 5 a 10 | 2 | 1 | 1 | | 9.75 | 9.50 | |
| | 10 a 20 | 7 | 2 | 4 | 1 | 22.34 | 60.80 | 12.90 |
| | 20 a 50 | 10 | 1 | 4 | 5 | 23.55 | 132.40 | 125.41 |
| | 50 a 100 | 1 | | | 1 | | | 55.00 |
| Total | | 26 | 9 | 10 | 7 | 88.39 | 206.23 | 193.31 |
| | | | | | | | | 487.93 |

El costo de producción: es un insumo indispensable para la toma de decisiones y el establecimiento de controles y la orientación de estrategias. Su determinación tiene varias finalidades, como elemento auxiliar del agricultor en la elección del cultivo y de la tecnología que será utilizada o bien para poder presupuestar y estimar los requerimientos de capital, así como su posible recuperación y la generación de utilidad. Constituye el insumo primordial para la determinación del impacto ambiental, social y socioeconómico de una estrategia de tecnificación del riego, aplicándose a productores representativos del sistema de riego y del cultivo en el área en dos tiempos: uno previo a la tecnificación y otro posterior a la tecnificación, para ello, se diseñó un instrumento de investigación de campo que considera la participación del productor en la determinación del costo de producción. Se compuso de los siguientes apartados:

Datos generales del productor y el cultivo: En este apartado se tuvo la precaución de solo registrar la información de las actividades culturales autorizada por el productor. Preparación del terreno: consiste en identificar cada una de las actividades que comúnmente se realizan para preparar las condiciones del suelo de tal modo que la planta o semilla que se deposite en él pueda cumplir adecuadamente su ciclo productivo sin que la limitante sea la condición del suelo. Las actividades identificadas fueron: rastreo, cruza, camelloneo y barbecho, entre otros. Siembra o plantación: en esta actividad además de identificar primero si se trataba de plantación o siembra, donde el insumo del primero son plántulas y semillas en el segundo caso, se registró la cantidad de ellas, el costo unitario y el número de jornales de ocho horas con su costo usados en la mencionada acción. Fertilización: determinada como el proceso a través del cual se añaden a la tierra diversas sustancias que tienen el objetivo de hacerla más fértil y útil a la hora de la siembra y la plantación de semillas (Definición ABC, 2015). En este caso, se registró el tipo de fertilizante, la cantidad, el costo unitario y el costo total. Control de malezas: consistente en extraer o eliminar de forma manual, mecánica o química a toda planta que crece fuera de su sitio e invade otro cultivo en el cual



causa más perjuicio que beneficio (Gómez, 1995). Poda: esta actividad consiste en eliminar ciertas ramificaciones de una planta o de un árbol para lograr que su desarrollo sea más fuerte y que sus frutos rindan más, es realizado normalmente en cultivos perennes. Riego y drenaje: consistente en el manejo de las fuentes de agua a fin de promover la producción agrícola. Control de plagas y enfermedades: consiste en aplicar métodos culturales, biológicos o químicos para controlar la incidencia de plagas y enfermedades que se puedan presentar en el cultivo. Cosecha: consistente en el proceso de recolección de la producción agrícola de forma manual o mecánica., y la Asistencia Técnica, referida ésta a la asesoría que se recibe sobre el sistema productivo por parte de un profesionista o experto en la producción agrícola. En el costo de producción se registraron valores actualizados al año del 2014 obteniendo valores comparables de la condición previa y actual, de la tecnificación del riego.

Determinación de Costos e Ingresos: se hizo una estimación del cálculo de la rentabilidad correspondiente a los años agrícolas 2003-2004 y 2013-2014, la cual fue calculada a partir del costo total de producción y el ingreso total de los cultivos. Para su determinación se utilizaron las expresiones algebraicas basadas en la teoría económica (Krugman y Wells, 2006; Samuelson y Nordhaus, 2009) siguientes:

Determinación del Costo:

$$CT = \sum P_n X_n$$

donde

CT=Costo total de la producción,

P_n =Precio del insumo o actividad X y

X_n =Cantidad de la Actividad o insumo X.

El ingreso total por hectárea se obtuvo de multiplicar el rendimiento del cultivo por su precio del mercado conceptualmente expresado como precio medio rural.

Determinación del Ingreso:

$$IT = PyY$$

donde

IT= Ingreso total ($\$ \text{ ha}^{-1}$),

P_y =Precio de mercado del cultivo Y ($\$ \text{ t}^{-1}$);

Y=Rendimiento del cultivo Y (t ha^{-1})

La rentabilidad económica: el índice comúnmente usado es el conocido como la relación beneficio–costo (RBC), que toma en cuenta al valor temporal del dinero y que suele ser usada sobre todo en análisis elementales. Según Gittinger (1989), esta medida fue de las primeras en conocerse ampliamente en Estados Unidos de norteamérica, aunque ha sido sustituida por el Valor Presente neto. La relación beneficio-costos, igual que el Valor presente neto y la Tasa Interna de Retorno lo que hace es comparar las corrientes de costos y la corriente de beneficios actualizados cronológicamente de los proyectos que se analizan. Se utiliza como medida social, es decir para análisis económico. La rentabilidad es la relación que



existe entre la utilidad y la inversión necesaria para lograrla. Por lo que la fórmula que daría origen a la relación beneficio costo (RBC) sería la siguiente: $RBC = \text{ingresos por hectárea} / \text{costos por hectárea}$.

Obtención de indicadores: el abordaje del análisis, desde un punto de vista integrador de las componentes técnicas y socioeconómicas se obtiene a partir del costo de producción, cuya información permite determinar indicadores mediante operaciones matemáticas o simplemente cuando un valor obtenido es usado como indicador, y el conjunto de ellos a través del método comparativo generan información para determinar el impacto del riego tecnificado tomando en cuenta dos condiciones, una previa y otra posterior a la tecnología evaluada (Olvera *et al.* 2013). En concordancia con la propuesta metodológica de Olvera *et al.* (2014), se incluyeron tres aspectos: económico, técnico y social, con la integración de los resultados obtenidos: el número de jornales, el beneficio económico que estos generan, la utilidad bruta de la producción (se refiere al dinero recibido por el productor, producto de la venta de su cosecha 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 el cálculo de indicadores como: la relación beneficio-costos (RBC), indicador económico que relaciona el costo de producción con la utilidad bruta de la producción, la productividad del agua expresada en pesos por metro cúbico o kilogramos por metro cúbico, la primera expresión producto de la relación entre la utilidad bruta de la producción entre los metros cúbicos de agua aplicados al cultivo, y la segunda resultado del rendimiento en kilogramos entre el volumen aplicado al cultivo expresado en metros cúbicos, y finalmente la productividad de la tierra (rendimiento en kilogramos por hectárea).

El método comparativo: en el sentido real de la palabra es considerado como un proceso de análisis basado en la lógica. Comparar es confrontar una cosa con otra. Parangonar sirve para controlar –aceptar o rechazar- si una generalización (regularidad) se corresponde con los casos a los cuales se aplica (...) “comparar implica asimilar y diferenciar en los límites” (Sartori, 1994). el fundamento del método comparativo no es otro que la correlación de variables, de aplicación continua en las investigaciones sociológicas (Sierra, 1984), similar mención hace la SEP (1989), donde se referencia a Durkheim, al calificar el método comparativo como el camino real a la investigación macrosocial, donde se establece el punto de partida para unos programas metodológicos que se han diferenciado mucho más en los últimos tiempos y que orientan a la investigación comparada hacia una homologación progresiva de los conocimientos sobre los sistemas educativos y sobre sus efectos. Dentro del método comparativo se tiene el enfoque de estudios de casos, bajo el cual se cobijó la presente investigación, los casos seleccionados debieron cumplir dos características esenciales: ser productores representativos de los cultivos predominantes y ser participativos voluntarios.

El método comparativo mediante el estudio de casos, tiene su origen en Max Weber; se toma un número pequeño de casos definidos en forma teórica, se comparan de forma global en sus aspectos más importantes para llegar a



generalizaciones. Habitualmente son clasificados en las siguientes categorías: estudios de áreas y los estudios históricos.

Por consiguiente, puede comprender todos los métodos que sirvan a la comparación, o bien lo que metodológicamente se aplique en el análisis de sistemas políticos comparados (comparative politics), puede ser aplicada en investigaciones en las cuales las condiciones para la utilización de otros métodos (como el experimento o el método estadístico) no están dadas (Nohler, 2008).

La producción y la productividad: de acuerdo con Zamora (1982), se le denomina así a la actividad por la cual el hombre se procura nuevos medios para satisfacer sus necesidades, transformando la materia que toma de la naturaleza o poniéndola de cualquier otro modo en condiciones de ser utilizada. Tradicionalmente se define a la productividad como la relación de producto-insumo y se dice que hay productividad total o parcial. La total se obtiene cuando se logra cuantificar con una sola unidad de medición todos los insumos requeridos para el proceso. La parcial, por el contrario, puede obtenerse en relación a cada insumo en particular, así se habla de productividad de la mano de obra, del capital o de las materias primas. Al disminuir la ineficiencia, la productividad aumenta. La eficiencia es el límite de la productividad. La productividad óptima, es el nivel de eficiencia para el cual fue pretendido el proceso. En los distritos de riego es común el uso de los indicadores de productividad y de producción del agua, los cuales se calcularon relacionando las variables: volumen de agua aplicado, ingreso por venta de la producción y kilogramos producidos.

El empleo generado por el cultivo: un empleo permanente queda establecido por 2,080 horas de trabajo al año, cifra proveniente de la multiplicación del número de jornales por 8 (horas por jornada) por 5 (días laborados a la semana) por 52 (semanas del año), así, la cantidad de tiempo de trabajo socialmente necesario invertido por una persona en un año agrícola, puede ser equiparado a un número de horas, 2080, con lo que sería fácil establecer la igualdad matemática siguiente de acuerdo con Jiménez (2009): 2,080 horas de trabajo al año = 1 empleo permanente en un año. Bajo este sustento, con la determinación de los jornales generados con la tecnificación se puede calcular el número de empleos permanentes y por lo consiguiente el impacto social y económico que la estrategia de tecnificación del riego ofrece a la región estudiada.

Resultados

a) Variación en indicadores por la tecnificación del riego con multicompuertas

Uno de los objetivos de la tecnificación fue lograr un aumento del rendimiento (productividad de la tierra), el cual solo fue obtenido en el caso del cultivo de alfalfa al pasar de 18.89 a 19.07 toneladas por hectárea, los otros dos cultivos

mantuvieron rendimientos similares con mínima variación, alrededor de 15.3 t/ha, en el pasto ryegrass y de 3.5 t/ha, en el cacahuate (Figura 2).

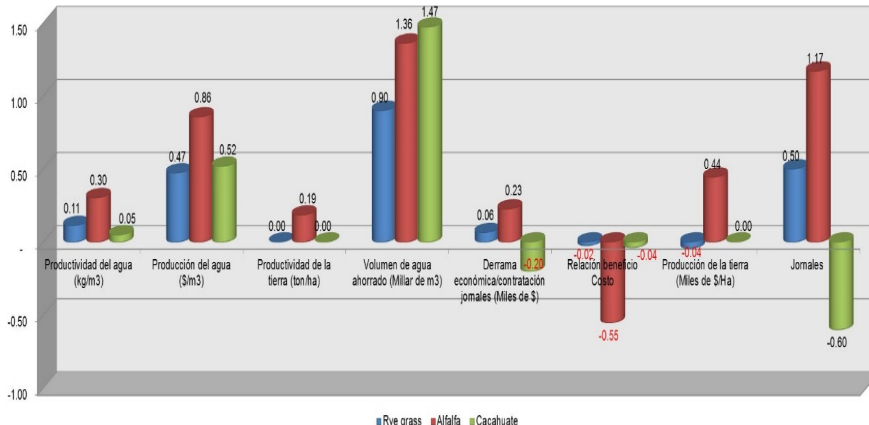


Figura 2. Indicadores de los cultivos con riego por multicompuertas.

Algunos de los indicadores que se obtuvieron permiten determinar que el sistema de riego por multicompuertas ha favorecido a los productores y al ambiente con un incremento en contratación de mano de obra, ingresos adicionales por \$196,200 pesos anuales generados por la venta de 409.63 toneladas cada año, producto del incremento en el rendimiento del cultivo de alfalfa que ha pasado de 18.89 a 19.07 toneladas por hectárea, siendo importante resaltar que a pesar de ser el nivel de tecnificación más bajo, se propició un ahorro de agua de riego en la superficie de 7,176 hectáreas con multicompuertas.

b) Variación en indicadores por la tecnificación del riego con aspersión

Los cultivos tecnificados con este sistema de riego incluían a nogal, maíz forraje, sorgo forraje y alfalfa, cartera que se ha reducido actualmente a dos cultivos predominantes identificados como el nogal (40% de la superficie) y la alfalfa (60% de la superficie). Para analizar de modo comparativo se obtuvo información de los cuatro cultivos beneficiados con la tecnificación del riego y los resultados muestran que los cultivos de alfalfa y maíz forrajero (que incluye la producción de elote), siempre presentaron valores aceptables de indicadores relacionados con el agua, mientras que el nogal presentó mayor consumo de agua y por lo tanto menor productividad y producción del agua y la tierra. Por otro lado, el cultivo de nogal registro un aumento en la contratación de jornales, siguiéndole en orden descendente el número de jornales contratados para el maíz forrajero, la alfalfa y el sorgo, sin embargo, la derrama propiciada en la economía de los jornaleros presentó una disminución en el caso de los contratados con el cultivo de la alfalfa con respecto a lo que pagaban en condición de riego por gravedad, dado que percibían un pago promedio de \$240/jornal, y en condiciones de riego tecnificado ésta remuneración disminuyó a un valor medio de \$193/jornal, ocasionando que el indicador relacionado con el dinero pagado por jornales disminuyera (Figura 3).

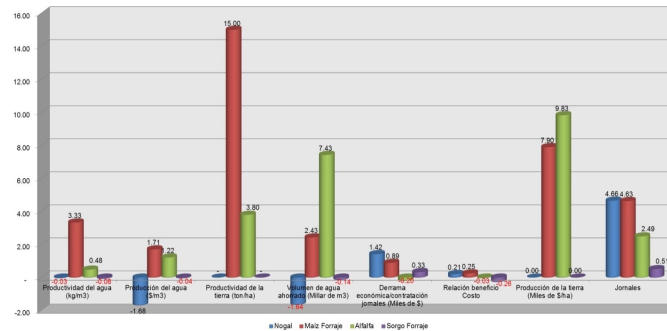


Figura 3. Indicadores de los cultivos con riego por aspersión.

c) Variación en indicadores por la tecnificación del sistema de riego por goteo

En este sistema tiene predominancia el cultivo del chile jalapeño (*Capsicum annuum*), motivo por el cual los análisis de finca se aplicaron exclusivamente a él. El cultivo del chile jalapeño con una superficie aproximada de 3,694 hectáreas con pequeñas variaciones en cada ciclo, presenta los mejores indicadores técnico productivos y socioeconómicos derivados de la información media obtenida entre productores que cuentan con el riego por goteo. Todos los indicadores presentan un incremento en el valor con respecto a la condición comparativa del sistema de riego por gravedad que fue transformado a riego por goteo (Cuadro 2).

Este cultivo es desarrollado por productores de la propiedad privada, los cuales se caracterizan por su alto poder económico lo que les permite realizar las inversiones requeridas en el costo de producción que oscila desde los 79,000 hasta los 260,000 pesos por hectárea y utilidades que van desde 70,000 hasta 190,000 pesos/ha.

Cuadro 2. Indicadores de cambio productivo y económico en chile con goteo

| Escenarios comparativos | | | |
|---|----------------|-------------|-----------|
| Indicadores por escenario | No Tecnificado | Tecnificado | Cambio |
| Indicadores del agua y la tierra | | | |
| Productividad del agua (kg/m ³) | 2.41 | 8.97 | 6.56 |
| Producción del agua (\$/m ³) | 5.84 | 21.15 | 15.31 |
| Productividad de la tierra (t/ha) | 52.17 | 84.67 | 32.50 |
| Indicadores económicos | | | |
| Utilidad bruta de la producción (\$/ha) | 125,483.33 | 199,133.33 | 73,650.00 |
| Utilidad neta de la producción (\$/ha) | 38,118.43 | 68,732.45 | 30,614.01 |
| Relación Beneficio Costo | 1.45 | 1.58 | 0.13 |

d) Variación de indicadores a nivel módulo de riego

Una clasificación de los indicadores por el área que impactan (ambiente, producción, social y económico), y una extrapolación a la superficie tecnificada en el módulo 4, permite determinar un ahorro anual de 63.4 hectómetros cúbicos, una



producción adicional de 124,662 toneladas de producto agrícola anuales, 611,008 jornales anuales, y un ingreso de \$113.10 millones al año (Cuadro 3). Los valores mencionados significan la diferencia obtenida del “antes” comparado con el “después” y son los valores marginales que se generaron con la tecnificación del riego en la superficie total del módulo.

Como se ha podido apreciar, el uso de indicadores en varios ámbitos, permite identificar limitantes y áreas de mejora para un mejor uso y manejo de los recursos agua y suelo, a partir de información del productor rural. De modo concluyente, y con las especificaciones expresadas en cada uno de los cultivos y sus indicadores, se determina que la tecnificación y modernización del riego ha impactado de modo favorable tanto al medio ambiente como al medio socioeconómico en la zona de estudio, además, es importante realizar un seguimiento específico al volumen de agua del nogal y a su productividad.

Cuadro 3. Indicadores clasificados aplicados a nivel de todo el módulo de riego.

| Cultivo /Indicador | Ambiental-productivo | Productivo-social | Socio-económico | Socio-económico |
|---|---|---|---|---|
| | Volumen ahorrado (Millar de m ³) anualmente | Producción adicional anual generada (t) | Número de jornales adicionales contratados anualmente | Ingresos adicionales generados (Miles de \$) anualmente |
| Sistema de riego con multicompuertas | | | | |
| Cacahuete | 6,527.63 | 0.00 | - 2,658.17 | 0.00 |
| Alfalfa | 3,011.31 | 409.63 | 2,589.46 | 983.10 |
| Ryegrass | 469.35 | 0.00 | 260.75 | - 21.90 |
| Subtotal | 10,008.29 | 409.63 | 192.04 | 961.20 |
| Sistema de riego con aspersión | | | | |
| Alfalfa | 8,195.70 | 4,191.61 | 2,750.74 | 10,843.03 |
| Nogal | - 1,203.82 | 0.00 | 3,419.38 | 0.00 |
| Subtotal | 6,991.88 | 4,191.61 | 6,170.12 | 10,843.03 |
| Sistema de riego con goteo | | | | |
| Chile | 46,453.93 | 120,061.46 | 604,646.43 | 113,094,250.34 |
| Subtotal | 46,453.93 | 120,061.46 | 604,646.43 | 113,094,250.34 |
| Total marginal | 63,454.11 | 124,662.69 | 611,008.59 | 113,106,054.57 |

Conclusiones

Los sistemas de riego de aspersión y goteo, analizados a través de los métodos de análisis de finca y de comparación, presentan un impacto favorable al medio ambiente, al medio socioeconómico y al productivo al reducir el consumo de agua, generar mayor número de jornales, incrementar la productividad del cultivo y generar consecuentemente mayores utilidades. En el sistema de multicompuertas la variación en productividad es mínima.

La relación de indicadores sociales con indicadores productivos, por ejemplo: la percepción de su participación en la selección del sistema de riego, y la apropiación de la tecnología, expresada por el uso del sistema de riego



tecnificado, su satisfacción ante el sistema recibido y las perspectivas que tiene sobre la tecnificación, representan un ejemplo de la relación entre variables sociales, técnicas y económicas, son áreas importantes a incursionar en otras investigaciones para generar una visión más integral sin olvidar la participación directa del productor agrícola.

Referencias bibliográficas

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

CONAGUA, 2013. Distritos de Riego. [En línea]
http://www.cmdrs.gob.mx/prev/sesiones/2013/2a_sesion/5_conagua.pdf
Fecha de acceso: 14-septiembre-2013.

CONAGUA, 2015. Estadísticas Agrícolas en los distritos de riego. Visto el 3 de junio de 2015 en <http://www.edistritos.com/>

Definición ABC, 2015. Definición ABC, tu diccionario hecho fácil. Visto el 20 de agosto de 2016 en: <http://www.definicionabc.com/salud/fertilizacion.php>

Genro, T. 1999. La ética política del presupuesto participativo. En: Democracias participativas y cultura de paz. El gobierno de las ciudades en América Latina y el Caribe. México, D. F.: Demos/Gobierno de la Ciudad de México/UNESCO.

Gittinger. J. P. 1989. Análisis económico de proyectos agrícolas. Segunda reimpresión. Editorial Techos. S. A. Madrid, España. ISBN: 84-309-0991-5

Gómez, J.F. 1995. Control de malezas. En: CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali, CENICAÑA, p.143-152

Guzmán, R. 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, Año Num. 0. p 5.

Jiménez G., B. E. 2009. Producción, productividad, rentabilidad y empleo del melón (Cucumis melo) irrigado por bombeo en La Laguna de 1990 a 2005. Tesis. Departamento de Sociología Rural. U. A. Chapingo, Chapingo, Estado de México.

Krugman Paul, y Robin Wells. 2006. Introducción a la Economía, microeconomía Reverte, Barcelona España. 537 p.

Marañón, B., López, D. 2007. Una propuesta metodológico-participativa. Segundo Informe., Proyecto Metodologías participativas para la reglamentación de



acuíferos sobreexplotados - CONACYT, IIEC-México.

- 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. Brigitte Boehm Schoendube, Juan Manuel Durán Juárez, Martín Sánchez Rodríguez y Alicia Torres Rodríguez Manzo (coords.). *Los estudios del Agua en la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago*. Zamora, Michoacán, México.; Guadalajara, Jalisco. El Colegio de Michoacán: Universidad de Guadalajara. 675 p., ISBN: 970-27-0222-4
- NADB, s/f. Una realidad, la modernización y tecnificación del riego en Chihuahua. Consultado de: <http://www.nadb.org/Reports1/connections/vol-iv/edition-ii/Content/1-Sp.htm>
- Nohler, D. 2007. Ciencia Política. Teoría institucional y relevancia del contexto. Segunda edición. Editorial Universidad de Rosario. Bogotá, Colombia. ISBN 978-958-8298-77-1. 264 p.
- 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.
- Olvera Salgado, M., Ojeda Bustamante, W., Bahena Delgado, G., & Alpuche Garcés, O. (2014). Participación y apropiación de la modernización y tecnificación del riego en Chihuahua México. *Revista De Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 35(1), 47-61 p.. Consultado de <http://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/view/192>
- Rubio, B. 2012. Explotados y excluidos. Los campesinos latinoamericanos en la fase agroexportadora neoliberal. UNAM. 3ª. Edición. México. [En línea] <http://ru.iis.sociales.unam.mx/jspui/handle/IIS/2888>.
Fecha de acceso: 04-septiembre-2014
- Sartori, G. y Morlino, L. 1994. La Comparación en las Ciencias Sociales. Primera Edición en Castellano, Alianza Editorial. Madrid España.
- Samuelson, P. A., y W. D. Nordhaus. 2009. Economía, 19ª Edición, McGraw-Hill, Madrid, España. 744 p.



Sierra B. R. 1984. Ciencias Sociales. Epistemología, Lógica y Metodología. Teorías y Ejercicios. Primera Edición, Editorial Paraninfo, Madrid, España.

SEP. 1989. Los usos de la comparación en ciencias sociales y en educación. Revista de Educación extraordinario. Secretaría de Estado de Educación. Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia. ISSN: 0034-8082. Madrid, España.

Zamora. F. 1982. Tratado de teoría económica. Fondo de Cultura Económica. 18^a ed. México.