

Ensayo de investigación

Una oportunidad para mejorar el desarrollo regional, la innovación en el sector agrícola de riego en Mixquiahuala, Hidalgo

Recibido: 30-07-2018 Aceptado: 03-03-2020 (Artículo Arbitrado)

Resumen

En el estado de Hidalgo, Mixquiahuala es uno de los municipios con mayor actividad agrícola, incluso se le adjudica el título de ejido más grande de la República mexicana con 7,853 hectáreas. El trabajo tiene como objetivo central la generación de un diagnóstico del sector agrícola de riego de Mixquiahuala. La metodología utilizada se basa en la propuesta de Hildebrand para realizar estudios agro-socioeconómicos; sus componentes básicos se pueden resumir en tres: sondeo, entrevista y encuesta, actividades realizadas en la investigación. Con base en el trabajo de campo realizado (encuesta a 161 productores), se descubre entre otras cosas, la disposición de los productores hacia el cambio y aceptación a la innovación tecnológica. Se detecta la importancia de estrategias como la nivelación de la tierra, así como la técnica de fertilización mediante abonos naturales; se propone el sistema de riego por goteo, con base en sus ventajas y, se evidencia la necesidad que en el futuro el tipo de aguas con que se riega hoy, pueda ser cambiado por el de agua residual tratada.

Abstract

The municipality of Mixquiahuala has one of the largest agricultural sectors in the state of Hidalgo and was even awarded the title of largest common land of the Mexican Republic with 7,853 hectares. The main objective of this work is to provide a diagnosis of the agricultural irrigation sector in Mixquiahuala. The methodology used is based on Hildebrand's proposal for agro-economic studies, which can be summarized by three basic components: survey, interview and survey, and activities carried out in the research. Based on the fieldwork carried out (survey of 161 producers), the willingness of producers to accept change and technological innovation was documented, among other tendencies. The importance of strategies such as land levelling as well as a fertilization technique using natural fertilizers is recorded. The drip irrigation system is proposed due to its advantages, and the need to change the type of irrigation water currently used for treated wastewater in the future is evident.

Résumé

Dans l'État d'Hidalgo, Mixquiahuala est l'une des municipalités avec la plus grande activité agricole, elle obtient même le plus grand titre de terre communautaire de la République mexicaine avec 7 853 hectares. Le travail a pour objectif principal la génération d'un diagnostic du secteur de l'irrigation agricole de Mixquiahuala. La méthodologie utilisée est basée sur la proposition d'Hildebrand pour des études agro-socio-économiques ; ses composantes de base peuvent être résumées en trois mots : sondage, entretien et enquête, activités menées au cours de la recherche. Sur la base du travail de terrain réalisé (enquête auprès de 161 producteurs), est découverte, entre autres, la volonté des producteurs de changer et d'accepter l'innovation technologique. On détermine l'importance de stratégies telles que le nivellement des terres, ainsi que la technique de fertilisation par les engrais naturels. Le système d'irrigation goutte à goutte est proposé, en fonction de ses avantages et, il est évident qu'il est nécessaire à l'avenir de changer le type d'eau avec laquelle le terrain est irrigué aujourd'hui par celui des eaux usées traitées.

Cynthia Chávez Lango^{1*}

Maximiliano Gracia Hernández^{2**}

Palabras clave: Agricultura, riego por goteo, aguas tratadas, innovación tecnológica, desarrollo regional.

Keywords: Agriculture, drip irrigation, treated waters, technological innovation, regional development.

Mots-clés: agriculture, irrigation au goutte à goutte, eaux traitées, innovation technologique, développement régional.

Introducción

La agricultura poco tecnificada es una realidad en gran parte del territorio mexicano, sin embargo, existen algunas excepciones en estados como: Baja California, Jalisco, Sinaloa, Sonora, Chihuahua, etcétera; en el resto de México se tiene un sector agrícola con bajo nivel de tecnificación, actor fundamental para que el campo mexicano mantenga en este momento un rezago notable, y por ende las economías regionales

^{1,2} El Colegio del Estado de Hidalgo

Correspondencia:

*cynthiachavezlan@gmail.com

**maximiliano@elcolegiodehidalgo.edu.mx

basadas en el sector primario se mantengan rezagadas del resto de las regiones basadas en los sectores secundario y terciario.

En el estado de Hidalgo, Mixquiahuala es uno de los municipios con una de las mayores actividades agrícolas de todo el estado, incluso, se le adjudica el título de ejido más grande de la República mexicana, al tener 7,583 hectáreas.

Al buscar evidencias de investigaciones vinculadas con la región agrícola de Mixquiahuala, observamos la inexistencia de éstas, es por ello que esta investigación representa un primer estudio vinculado a la producción agrícola de Mixquiahuala, particularmente al considerar la innovación y los ingresos como variables fundamentales para incrementar la producción, el crecimiento y el desarrollo regional.

La metodología utilizada propone un estudio agro-socioeconómico con sus componentes básicos, los cuales se resumen en los siguientes tres pasos: sondeo, entrevista y encuesta, tres técnicas de investigación realizadas en el marco de este trabajo.

Metodología

Bases y proceso metodológico de la investigación

Hildebrand (1976), desarrolló una metodología para generar tecnología para pequeños agricultores tradicionales, sus componentes básicos pueden resumirse en los siguientes tres puntos: a) Hacer una descripción y análisis del agricultor con el fin de conocer las limitantes que han colaborado a que el agricultor no se beneficie del uso de tecnología moderna. b) Realizar pruebas de promoción y establecimiento tecnológico para detectar si es y será satisfactoria para el sector elegido; c) finalmente, evaluar la tecnología que se ha generado. Para llevar a cabo el primer paso de la anterior metodología, el autor de referencia propuso realizar un estudio agro-socioeconómico que pueda ayudar a generar un diagnóstico del grupo objetivo de agricultores que determine: qué están haciendo, cómo lo están haciendo y porqué lo están haciendo de esa manera.

El método para realizar un estudio agro-socioeconómico se divide en tres pasos:

- a) **Sondeo:** Tiene como finalidad conocer el lenguaje del productor.
- b) **Entrevista:** Se puede definir como una conversación provocada por el entrevistador, la cual es dirigida a ciertos sujetos que se han elegido previamente

y que tiene por objetivo obtener información de primera mano (Del Rincon, 1995). Se eligieron estratégicamente a dos entrevistados, el primero, un productor con casi 50 años de experiencia y, el segundo, un empleado de la CONAGUA experto en estadísticas de la región de estudio.

- c) **Encuesta:** La tercera actividad realizada fue la encuesta a través del método de muestreo aleatorio simple, en la cual todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra y, por consiguiente, todas las posibles muestras tienen la misma probabilidad de ser entrevistados. Posteriormente se seleccionaron a 161 individuos que serían entrevistados (ver la fórmula 1).

$$n = \frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q} \quad (1)$$

Dónde n es el tamaño de la muestra, N es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados), e^2 es el error estimado, k es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos, p es el nivel de confianza y $q = 1 - p$.

Los valores k más utilizados y sus niveles de confianza se muestran en la tabla 1.

La información obtenida en la investigación es original, lo cual representa una valiosa aportación al conocimiento de la región y del sector agrícola de estudio. Estos resultados obtenidos complementan el diagnóstico general y permiten: 1) Analizar los datos obtenidos de la encuesta; 2) elaborar un diagnóstico general y específico de la situación actual del sector, determinando los componentes tecnológicos que pueden ser incluidos en la elaboración de la estrategia de innovación tecnológica para este sector; 3) Elaborar propuestas de una estrategia de innovación tecnológica para el sector agrícola, determinando la forma de los componentes tecnológicos, así como la manera en que se combinarán, articularán, y gestionarán dentro de la estrategia de innovación.

Objeto de estudio

El objeto de estudio se encuentra ubicado en el Distrito de Riego Tula 003, uno de los más grandes en su género a nivel mundial, (Palacios, Prieto y Siebe-Grabach, 1994). Comprende los municipios hidalguenses

Tabla 1. Valores y niveles de confianza

k	1,11	1,128	1,44	1,65	1,96	2,00	2,58
$p(\%)$	75	80	85	90	95	95.50	99

de Actopan, El Arenal, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Chilcuautla, Francisco I. Madero, Ixmiquilpan, Mixquiahuala, Progreso de Obregón, San Salvador, Santiago de Anaya, Tepetitlan, Tetepango, Tezontepec de Aldama, Tlahuelilpan, Tlaxcoapan y Tula de Allende. Mixquiahuala es el municipio núcleo, es decir, el lugar desde donde se administra y organiza el distrito de riego 003 (DR003 de aquí en adelante).

La producción agrícola es la principal fuente de ingresos para los pobladores del municipio de Mixquiahuala, tiene una extensión territorial de 138.10 Km², lo cual representa el 0.7% de la superficie total del Estado de Hidalgo. La región de estudio es una zona con fuerte actividad en el sector primario, particularmente en la agricultura. Cuenta con el ejido más grande de la República, el cual está dotado por 7,853 hectáreas, la agricultura es una de las principales fuentes de ingresos para los pobladores (Anuario Estadístico y Geográfico de Hidalgo, 2015).

Las hectáreas de temporal comprenden una extensión de 537 ha., y el número de productores de las tierras de temporal es de 550. El sector agrícola de riego de Mixquiahuala cuenta con 3,032 ejidatarios y 532 pequeños propietarios que hacen un total de 3,564 productores. Su superficie de riego cuenta con 5,882 hectáreas de ejido y 1,434 hectáreas de pequeña propiedad, lo que hace un total de 7,316 hectáreas de riego.

La mayoría de las tierras cultivables son de riego, sólo 6.8% del total de tierras cultivables son de tem-

poral. La porción objeto de este estudio son el 93.2% de tierras cultivables de riego, tanto en la modalidad de propiedad de ejido como de pequeña propiedad.

En la tabla 2 se observan diferentes datos útiles para la realización de la investigación. Entre los cultivos que se producen principalmente en la región de estudio se encuentran: la avena forrajera, cebada forrajera, coliflor, nabo, trigo, calabacita, chile verde, frijol, maíz tomate, alfalfa y otros forrajes.

Los productos más rentables resultan ser la coliflor y la calabacita durante el ciclo primavera-verano, el nabo en ambos ciclos; de todos los anteriores, según los datos consultados de Conagua, el nabo resultaría ser el producto más rentable con un porcentaje de utilidad del 400%, seguido por la coliflor con una utilidad de poco más de 300% y, finalmente la calabacita con un porcentaje de utilidad de poco más del 250%. Los productos menos rentables son: chícharo, calabaza, pasto, ejote y flor de cempasúchil, que no son tan comunes en la región, reportando una utilidad de poco más de 27% en el ciclo primavera-verano, sin embargo, en el ciclo otoño-invierno, reportaron pérdidas.

Los productos de mayor rendimiento por hectárea son la alfalfa, la cual genera 100 toneladas por hectárea promedio, otros forrajes con un rendimiento de 90 toneladas por hectárea y, la coliflor con un rendimiento de 25 toneladas por hectárea, mientras que los productos con menor rendimiento por hectárea son el trigo, con cinco toneladas por hectárea

Tabla 2. Producción en la superficie de riego de Mixquiahuala

CULTIVO OTONO INVIERNO	SUPERFICIE A SEMBRAR	SUPERFICIE A COSECHAR	RENDIMIENTO TON/HA	PRECIO \$/TON	PRODUCCIÓN EN TONELADAS	VALOR DE LA PRODUCCIÓN EN MILES DE \$	COSTO DE LA PRODUCCIÓN \$/HA	COSTO TOTAL
AVENA F.	50	50	25	250	1,250	312,000	3,100	155,000
CEBADA F.	100	100	20	240	2,000	480,000	2,800	280,000
COLIFLOR	250	250	25	4500	6,250	28'125,000	34,135	8'533,750
NABO	50	50	10	1900	500	950,000	3,800	190,000
O.C VARIOS*	50	50	20	450	1,000	450,000	10,000	500,000
TRIGO	200	200	5	3000	1,000	3'000,000	6,300	1'260,000
SUB-TOTAL	700	700			12,000	33'317,500		10'918,750
CULTIVO PRIMAVERA VERANO	SUPERFICIE A SEMBRAR	SUPERFICIE A COSECHAR	RENDIMIENTO TON/HA	PRECIO \$/TON	PRODUCCIÓN EN TONELADAS	VALOR DE LA PRODUCCIÓN EN MILES DE \$	COSTO DE LA PRODUCCIÓN \$/HA	COSTO TOTAL
CALABACITA	200	200	10	2,800	2,000	5'600,000	11,100	2'220,000
CHILE VERDE	80	80	8	7,000	640	4'480,000	28,600	2'288,000
COLIFLOR	600	600	25	4,500	15,000	67'500,000	34,135	2'481,000
FRIJOL	300	300	2	8,000	600	4'800,000	8,902	2'670,000
MAÍZ	2,500	2,500	10	2,900	25,000	72'500,000	9,850	2'625,000
NABO	50	50	10	1,900	500	950,000	3,800	190,000
O.C VARIOS*	100	100	10	3,000	1,000	3'000,000	23,600	2'360,000
TOMATE	0	0	8	3,000	0	0	16,052	0
SUBTOTAL	3,830	3,830			44,740	158'830,000		54'834,600
CULTIVOS PERENES	SUPERFICIE A SEMBRAR	SUPERFICIE A COSECHAR	RENDIMIENTO TON/HA	PRECIO \$/TON	PRODUCCIÓN EN TONELADAS	VALOR DE LA PRODUCCIÓN EN MILES DE \$	COSTO DE LA PRODUCCIÓN \$/HA	COSTO TOTAL
ALFALFA	2,737	2,737	100	180	273,700	49'266,000	8,900	24'359,300
OTROS FORRAJES**	50	50	90	150	4,500	675,000	7,500	375,000
SUBTOTAL	2,787	2,787			278,200	49'941,000		
TOTAL	7,317	7,317			334,940	242'088,500		90'487,650

*CHICHARO, CALABAZA, ELOTE, PASTO Y FLOR DE CEMPASÚCHIL

** MAÍZ AMARILLO FORRAJERO

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Conagua (2011), Distrito de Riego 003-Tula

y el frijol, con un rendimiento de dos toneladas por hectárea.

Las características de los productores son similares y casi homogéneas en cuanto al patrón de tenencia de la tierra (número de hectáreas cultivables que posee cada productor), sin embargo, al menos hasta antes de elaborar esta investigación, se desconocía con exactitud la proporción de productores agrícolas que se encontraban en rezago, se desconocía qué tan actualizadas estaban sus técnicas y herramientas y, no había datos que indicaran el porqué de su situación y condición actual, aportaciones que este trabajo ha logrado generar.

Resultados obtenidos del trabajo de campo

Entrevistas

Los resultados de las entrevistas se enmarcan en el siguiente diagnóstico: Falta de tecnología; comercialización de los productos (se hace mención de los intermediarios); altos costos de los principales insumos (semillas, herbicidas y fertilizantes); infraestructura para generar el insumo principal que es la semilla.

Técnicamente hablando, lo que más necesita el sector agrícola de Mixquiahuala, y en lo que coincidieron ambos entrevistados, fueron: apoyo en la asesoría técnica y en el desarrollo de los cultivos; apoyo para mejorar el sistema de riego, de tal manera que se haga más eficiente y se evite el desperdicio de agua; lograr un mayor aprovechamiento en los cultivos, considerando el riego por goteo, aspersión, acolchado, entre otros.

Los entrevistados proponen para la mejora de las condiciones del sector agrícola de Mixquiahuala: generar el riego por aspersión, y definitivamente el riego por goteo sería mejor opción, aunque es más difícil llevarlo a cabo porque requiere de agua blanca para su realización y actualmente el riego se realiza

con aguas negras. Otras acciones son la nivelación de tierras, el tratamiento del suelo en general y, la adecuación de las parcelas para evitar el desperdicio de agua. Es necesario crear una asociación para producir y comercializar, sin embargo, tendría que existir una sociedad adecuada para dirigirla, porque en la región -según los entrevistados-, se tiene la experiencia que, en la gestión, el mal manejo y la corrupción terminan por arruinar los programas.

Al finalizar las entrevistas se detectó rezago en el sector agrícola, principalmente por falta de maquinaria adecuada; técnicas obsoletas, ausencia de apoyos económicos gubernamentales para pequeños productores. Además, existe un desperdicio importante de agua al regar, lo cual ocasiona escases del vital líquido en algunas épocas del año. También se detectó un problema de la comercialización de los productos, principalmente por la falta de conocimiento del agricultor para generar estrategias comerciales que le permitan lograr mayores utilidades.

Encuesta

El sector agrícola de la región cuenta con un sistema de riego establecido y con infraestructura, que si bien, no está modernizada ni en óptimas condiciones, representa una ventaja para realizar el riego en las parcelas. En el análisis de la información obtenida en campo se detectaron las Fortalezas, Oportunidades, debilidades y amenazas, las cuales se presentan resumidas en la figura 1.

Se observó que entre mejores son las condiciones del productor, más optimista y abierto es hacia el cambio. Los campesinos excedentarios pequeños, los agricultores excedentarios semi empresariales, los agricultores empresariales medianos y, los agricultores empresariales grandes, en su mayoría son abiertos al cambio y a la implementación de la innovación tecnológica.

FORTALEZAS Sistemas de riego con infraestructura. Conciencia y optimismo por parte de los productores ante la necesidad de cambio. 76% considera que la situación si bien no es buena puede mejorar con estrategias y apoyo. Suficiencia de tierras de cultivo (7,316 ha. para satisfacer las necesidades del mercado). Suficiencia de mano de obra (60% de la PEA está ocupada en el sector primario).	OPORTUNIDADES Iniciativa para actualizar técnicas y herramientas. 81% de los productores busca actualizarse. Disposición a modernizarse, tecnificarse y participar en un programa (97% de los productores). Disposición para asociarse en la producción y comercialización (71% y 90% respectivamente). Mejora en la infraestructura del sistema de riego: revestir 89% de canales y nivelar 82% de terrenos. Mejora en las utilidades al comercializar productos de manera directa o a través de agrupaciones de productores sin intermediarios. Disposición para el cambio de sistema de riego y cultivo (53% y 50% respectivamente).
DEBILIDADES Falta de maquinaria. 30% de los productores no cuenta con ninguna maquinaria. Maquinaria obsoleta. De los productores que cuentan con maquinaria 67% es maquinaria básica y con antigüedad mayor a 10 años y en algunos casos incluso hasta 20 años. Ausencia de técnicas y tierra de cultivo. 93% no realizan pruebas de tolerancia a herbicidas y solo 10% realiza técnicas de cuidados de la tierra.	AMENAZAS Pérdida de fertilidad del suelo y deterioro en menos de 20 años de continuar con el mismo patrón productivo. Insuficiencia de recursos hídricos si no se mejoran las condiciones actuales del sistema de riego. Ausencia de programas y recursos que permitan la actualización y modernización de maquinaria. Pérdida de mercado para comercializar los productos.

Figura 1. Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la producción agrícola de Mixquiahuala.
Fuente: Elaboración propia con base en el análisis de la información obtenida en campo.

Entre los principales problemas que enfrenta el sector de estudio, basado en los resultados de las encuestas, se lograron detectar: falta de técnicas modernas para el cuidado de la tierra y las plantas; falta de maquinaria para la producción y cosecha; desperdicio de agua durante el riego y, falta de organización, y es que no existe ningún tipo de organización para la siembra, la cosecha y la comercialización de los productos. Tampoco existe algún tipo de alianza para beneficio de quienes no cuentan con toda la maquinaria.

Se observó que la mayoría de los productores no cuenta con maquinaria suficiente para realizar sus actividades productivas, incluso, ni la maquinaria básica que es el tractor y sus implementos; los que cuentan con maquinaria, en la mayoría de los casos, tienen maquinaria y equipo con una antigüedad de más de 10 años, lo cual representa un rezago tecnológico.

Por carecer de recursos económicos, la mayor parte de los productores no realizan cuidados especiales de la tierra ni de las plantas, particularmente por falta de conocimiento respecto de nuevas técnicas para llevarlo a cabo. Así mismo, la mayoría de los productores obtienen bajas utilidades al comercializar sus productos, dado la existencia de intermediarios, siendo la principal razón por la que disminuyen las utilidades de los productores. Aunado a lo anterior, no existe en general preparación de las tierras para el riego, por lo que se genera un gran desperdicio al regar y, dada la falta de canales revestidos, se tiene desperdicio durante la conducción del agua.

Pese a los problemas que enfrenta el sector de estudio, se detectó la disposición al cambio por parte de la mayoría de productores, interés para asociarse y producir conjuntamente y, comercializar también en asociación. Dadas las razones anteriores, en el siguiente apartado se presentan algunas propuestas que son un poco de lo mucho que puede hacerse en busca de mejorar las condiciones de los productores de este sector.

Análisis de resultados

Propuestas de mejora para el sector agrícola de riego de Mixquiahuala, Hidalgo.

Sabedores que la actividad predominante en Mixquiahuala es la agricultura, es necesario que se impulse el desarrollo del sector a través de la utilización de los recursos productivos locales, que en este caso es la tierra cultivable, el sistema de riego con que se cuenta y, la mano de obra disponible.

Si se aplicara el principio de utilizar los recursos productivos locales a la mano de obra, se buscaría impulsar la creación de empleos en el sector agrícola, de modo que se explote todo el potencial de mano de obra de la región y, se busque más allá del autoconsumo, darle un giro más industrial y comercial.

Al desarrollar un modelo de innovación tecnológica en el sector, se puede impulsar su desarrollo endógeno, ya que, combinando sus factores productivos estratégicamente y, al involucrar instituciones administrativas y gubernamentales, así como civiles en todo este proceso de desarrollo, no necesitaría de factores externos para lograr un crecimiento económico.

Consideramos que los componentes de un sistema de innovación en la zona de estudio deberían incluir una serie de variables a considerar, entre las cuales se encuentran: Agricultores, tecnología, organización, capacitación, tierra, maquinaria y, sistema de riego, todo ello vinculado a un todo.

Estrategia de innovación tecnológica

a) Agua residual rodada

El sistema de riego actual del sector agrícola de Mixquiahuala se efectúa por agua rodada, la cual es abastecida por el emisor norte de aguas residuales del drenaje profundo de la Ciudad de México. La tabla 3. muestra las diferentes estrategias de la propuesta, los objetivos de la misma y, los beneficios estimados a obtener por la implementación de éstas.

Tabla 3. Propuesta de Innovación Tecnológica con Sistema Actual de Riego

Estrategias de la Propuesta de Innovación con el Sistema Actual de Riego (Agua Rodada)		
Objetivo	Estrategia	Beneficios Estimados
Reducir el desperdicio de agua al regar.	1. Nivelación de terrenos vía láser	Bajos costos contra altos beneficios de ahorro de agua durante el riego, 25-30% de ahorro estimado.
Homogeneizar la producción, aumentar las utilidades.	2. Asociación en la producción, comercialización y adquisición de nueva maquinaria.	Disminuir costos de producción, aumentar la producción, reducir costos de materia prima.
Tratamiento del suelo y de la planta sin ocasionar daños a la tierra y al medio ambiente.	3. Utilización y producción de abonos orgánicos en parcelas.	Evitar la erosión y desgaste del suelo, reducir costo anual en fertilizantes.
Mejorar aspectos operativos y técnicas tanto en la producción como en la comercialización, acceder a programas de apoyo al campo y reducir desperdicio de agua.	4. Capacitación, en producción de abonos orgánicos, en comercialización de productos y eficiencia en riego.	Mejorar la producción, comercialización y el riego.

Fuente: Elaboración propia con base en el estudio de campo realizado.

Tabla 4. Propuesta de Nivelación de Terrenos

Objetivos	Reducir 30% la pérdida o desperdicio de agua.	Hacer más eficiente el uso del agua de riego	Aumentar el rendimiento de la tierra.
Requerimientos	Apoyo del gobierno federal	Apoyo del gobierno estatal	Aportación por parte de los propietarios de las parcelas
Línea de acción	Se buscarán apoyos por parte del Gobierno Estatal y Federal de aportar un peso por cada peso que el productor aporte para la nivelación de su terreno.		
Procedimientos	Los productores deberán hacer solicitud ante la Conagua, especificando el número de hectáreas de terreno a nivelar.		
	La Conagua hará llegar la solicitud al gobierno que brinde el apoyo para que éste envíe la orden al proveedor de los servicios.		
	El productor deberá efectuar su aportación, previo depósito bancario al proveedor del servicio.		
	El otro 50% lo depositará el gobierno que brinde el apoyo, al proveedor del servicio, cuando haya finalizado el trabajo.		
Beneficios	Aumentar el área efectiva de las tierras de cultivo.	Evitar erosión de los suelos.	Aumento de producción.

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo

En la tabla 4. se muestra una sugerencia de estrategia para llevar a cabo la nivelación de terrenos, tiene como objetivo principal la reducción del desperdicio de agua en un 30%. Muestra líneas de acción y procedimientos para llevarlos a cabo. Esta estrategia se propone realizar con apoyos del gobierno estatal y federal, a través de Conagua, ya que este último es el organismo encargado en la región para organizar y llevar a cabo el riego, y se encuentra facultado para administrar recursos.

b) Estrategia de asociación para producir

La propuesta consiste en que los productores se inscriban en una asociación encargada de dirigir los procesos productivos y, que de esta manera se encuentren organizados en grupos en los cuales los productores siembren el mismo cultivo y, obtengan la producción necesaria para abastecer las necesidades de los grandes mercados, además, estén en condiciones de acceder a programas de apoyo que brinda el gobierno federal a productores con posesión de tierra cultivable igual o mayor a diez hectáreas.

Se propone la asociación de productores (como mínimo 71% del total de productores que tienen la disposición para hacerlo) con cantidad de propiedad de tierra cultivable similar, para producir en forma conjunta.

De acuerdo con la experiencia del productor, en la tabla 5 se encuentra una sugerencia de propuesta para el suministro y obtención de maquinaria necesaria para los productores asociados, ello con base en las estimaciones de unidades de maquinaria utilizadas por hectárea.

Entre los beneficios que se lograrían con la estrategia anterior se encuentran:

1) Disminuir el costo de producción, del 71% de los productores, que actualmente pagan por la maquila de algunos procesos como la siembra, la cosecha, empaclado y trillado de todos los cultivos que se producen en la región, con la estrategia ya no tendrían que hacerlo.

Tabla 5. Propuesta de petición de apoyo en el suministro de maquinaria para el gobierno Estatal y Federal.

Maquinaria	Unidades	Precio unitario	Total
Tractor New Holland T1510	10	\$250,000.00	\$2,500,000.00
Trilladora Massey Ferguson 5300	5	\$80,000.00	\$2,400,000.00
Sembradora de precisión John Deere STS	10	\$52,260.00	\$522,600.00
Arado kimbal	10	\$35,000.00	\$350,000.00
Rastra John Deere	10	\$25,000.00	\$250,000.00
Empacadora de forrajes John Deere 336 de hilo	5	\$85,000.00	\$425,000.00
Escrepa Massey Ferguson	10	\$17,000.00	\$170,000.00
Cultivadora Massey Ferguson	10	\$8,000.00	\$80,000.00
Total			\$6,697,600.00

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos a través de cotizaciones realizadas por las agencias distribuidoras de las distintas marcas y estimaciones, con datos proporcionados por parte de productores.

2) Se puede aumentar la producción al contar con maquinaria propia

3) Reducir los costos de la materia prima, la propuesta es que se compre en grandes cantidades, por ende, el precio obtenido sería de mayoreo.

c) Propuesta para asociarse en la comercialización de los productos

Se propone la creación de una Asociación compuesta por los productores agrícolas (al menos 71% del total de productores que están dispuestos tanto a la asociación productiva como a la comercialización), no importando el estrato al que pertenezca el productor, el objetivo principal es evitar a los intermediarios en la comercialización para aumentar las utilidades de los productores.

La asociación estaría conformada por todos los productores agrícolas de riego de Mixquiahuala, representada por un productor de cada localidad, en total 29 representantes de entre los cuales se elegirá a la Junta Directiva, compuesta por el presidente, el vicepresidente, el tesorero, el secretario y los vocales.

Para llevar a cabo esta estrategia, se sugiere que una vez pactada la venta de los productos, las fechas de cosecha, el empaquetado y la preparación para la venta; seguido a esto, se registre el tonelaje de la

Tabla 6. Programa de capacitación inicial para productores agrícolas.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN INICIAL						
DURACIÓN TOTAL: 11 SEMANAS						
PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN: 4 DIVIDIDOS EN 6 CURSOS						
PROGRAMA	1	2	3	4	5	6
CURSO	1	2	3	4	5	6
DIRIGIDO A	Representantes de la Asociación y personal operativo y administrativo de la misma.	Todos los productores de la Asociación dividido en 5 talleres de 500 personas cada uno.	Todos los productores de la Asociación dividido en 5 talleres de 500 personas cada uno.	Todos los productores de la Asociación dividido en 5 talleres de 500 personas cada uno.	Todos los productores de la Asociación dividido en 5 talleres de 500 personas cada uno.	Personal de la Conagua que se encarga de realizar el riego de la región.
DURACIÓN	100 hrs.	4 hrs.	15 hrs.	20 hrs.	60 hrs.	40 hrs.
IMPARTIDO POR	Agencia de Consultoría	Agencia de Consultoría	Agencia de Consultoría	Agencia de Consultoría	Agencia de Consultoría	Agencia de Consultoría
ASPECTOS A CAPACITAR	Administración básica. Formación integral. Canales de distribución. Formación de equipos de trabajo. Calidad en el servicio y calidad en el trabajo. Manejo de inventarios.	Principales aspectos de la operación de la Asociación.	Principales requisitos y procedimientos para el acceso al programa de apoyo al campo "Alianza por el campo". Principales requisitos y procedimientos para el acceso al programa federal "Tecnificación del Riego"	Trabajo en equipo y aspectos motivacionales	Preparación y uso de abonos orgánicos para el cuidado del suelo y planta. Técnicas de tolerancia a herbicidas y uso de equipo de protección. Nuevas formas de producción. Utilización de maquinaria y tecnología nueva.	Responsabilidad al efectuar el riego. Estrategias de organización para efectuar el riego.

Fuente: Elaboración propia con base en programa realizado por especialistas de empresa de consultoría.

producción total y por cada grupo o agrupación de productores se destine un tráiler que transporte los productos hacia el destino final, después se pacte con el cliente las fechas de pago.

d) Técnicas de tratamiento del suelo y cuidado de la planta.

La propuesta es la producción y utilización de abonos naturales en las parcelas, en lugar de los fertilizantes químicos que actualmente están utilizando los productores. La idea es que participe el mayor número de productores, para la producción y comercialización de los fertilizantes.

La fertilización biológica o utilización de fertilizantes orgánicos, hace que los cultivos tengan un incremento progresivo en la producción de sus plantaciones. Estos fertilizantes, además colaboran en la aportación de los nutrientes que el suelo necesita, nutrientes que por lo regular a la tierra no le es posible volver a generar por sí sola. Es así como la aplicación de estos fertilizantes proporciona los nutrientes que son necesarios tanto para la planta, como para el rendimiento de la tierra de cultivo.

e) Capacitación

La estrategia consiste en un programa de capacitación integral, dirigido a todos los productores miembros de la Asociación Productiva y de Comercialización (mínimo 71% del total de productores), así como al personal de CONAGUA que se encargue de efectuar el riego.

Se sugiere buscar el apoyo de FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura), para que se financie el 100% del costo del proyecto de capacitación, por medio de un crédito para la impartición del curso. A continuación, se describe la estrategia.

Tabla 7. Costo aproximado de la capacitación inicial total.

Concepto	Horas	Costo por hora	Total
Programa 1	100	\$100.00	\$ 10,000.00
Programa 2 curso 1	20	\$100.00	\$2,000.00
Programa 2 curso 2	75	\$100.00	\$7,500.00
Programa 2 curso 3	100	\$100.00	\$10,000.00
Programa 3	300	\$100.00	\$30,000.00
Programa 4	40	\$100.00	\$4,000.00
TOTAL	635		\$ 63,500.00

Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones proporcionadas por empresa consultora.

La tabla 6 muestra un programa de capacitación integral que se sugiere se proporcione de manera inicial a los productores y personal de operación de la asociación, el cual tiene por objetivo prepararlos para el cambio y brindarles los conocimientos necesarios para trabajar en la nueva forma de producción. Posteriormente se espera que se realice una capacitación similar cada 2 años, es el intervalo en el que la mayoría de empresas realizan las actualizaciones de conocimiento.

Los costos de capacitación se muestran en la tabla 7, la cual incluye al 71% del total de productores, dicha cotización se generó a partir de la información obtenida por High Business and Consulting.

Entre los principales beneficios para aplicar la estrategia anterior se encuentran: conocimiento por parte del productor capacitado respecto al manejo de una asociación productiva, la participación en ella y el trabajo en equipo; acceso de productores a programas de apoyo al campo, adquisición de conocimientos técnicos para las formas de producción, para el cuidado del suelo y la planta y para el uso de herbicidas; mejora de la calidad del producto y del servicio y, lograr personal más capacitado para realizar las labores de riego.

Es indispensable que antes de implementar cualquier cambio en los procesos productivos, se genere

Tabla 8. Estrategia alternativa de innovación tecnológica.

Determinación de componentes tecnológicos	1. Incluirá todos los componentes tecnológicos de la propuesta I, excepto el actual sistema de riego de agua rodada que será cambiado por el de agua tratada, implementado en las 7,316 hectáreas de superficie de riego. 2. Introducción de nuevos cultivos. 3. Formas nuevas de producción. 4. Capacitación integral (útil para ambas propuestas).
Objetivos	Mejorar la calidad de los productos agrícolas de la región, a la vez que se genera un mayor número de alternativas de cultivos a producir. Gobierno Federal por medio del programa "Riego Tecnificado", el cual otorga 50% del costo total del sistema de riego.
Fuentes de financiamiento	Promoción de proyectos a través de programas federales como los del Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), el Fondo Nacional de Apoyos para Empresas en Solidaridad (FONAES), el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), entre otros, para obtener el apoyo para cubrir el 50% restante del costo.
Procedimientos	Solicitud de los miembros asociados, por cada grupo ante la Asociación de Productores quién turnará ante los organismos, ante quienes se solicite el financiamiento y asesorará a los productores para el cumplimiento de requisitos.

Fuente: Elaboración propia con base en el estudio de campo realizado para esta investigación.

conocimiento en el productor para que sea capaz de aceptar y adoptar los cambios que la innovación tecnológica conlleva. Así mismo, se espera que se realicen programas de capacitación posteriores en los que se brinden conocimientos de actualización y se refuerce el aprendizaje de trabajo en equipo.

f) Cambio de agua de riego residual a tratada

La propuesta radica en la implementación del sistema de riego por goteo y aspersión, dentro de las 7,316 hectáreas de superficie de riego con que cuenta actualmente Mixquiahuala, considerando que existe la posibilidad de que las aguas con que actualmente se efectúa el riego, de ser aguas residuales cambien a aguas tratadas, aplicando sistemas de riego por goteo en los cultivos que se hacen por medio de surco y de aspersión para los cultivos perennes.

La estrategia integral consiste en introducir un nuevo sistema de riego para mejorar la eficiencia y uso del agua, introduciendo en las parcelas sistemas de riego por goteo o por aspersión, lo que como consecuencia tendrá nuevas formas de producción y nuevos cultivos. La tabla 8 muestra cada uno de los aspectos de dicha estrategia.

En las tablas 9 y 10, se encuentran los componentes y costos de instalación para el sistema de riego por goteo y aspersión, respectivamente. Los beneficios del sistema de riego por goteo son: A) el ahorro entre 40 y 60% de agua respecto a los sistemas tradicionales de riego por inundación, B) la reducción de mano de obra, no sólo por la ausencia de necesidad de vigilancia del riego sino, también por la poca incidencia de mala hierba en el cultivo, C) incremento notable en el valor de la producción, D) aumento en la calidad de los productos, E) adaptación a todo tipo de superficies y desniveles en su relieve natural sin inversión en la nivelación y transporte de tierras y F) evitar el suelo salitroso.

Entre los principales beneficios del sistema de riego por aspersión se encuentran: A) ahorro en mano de obra, ya que una vez puesto en marcha no nece-

Tabla 9. Costos de Instalación de Sistema de riego por goteo, útil para invernaderos y a la intemperie.

Instalación y suministro de componentes de sistema de riego por goteo para una hectárea de superficie de riego	
Incluye: Regulador de paso de agua; Electroválvulas; Tubos de distribución y micro tubos; Reductores de presión; Piezas especiales; Motobomba de agua	
Subtotal	\$14,396.00
Tanque de polietileno con capacidad para 8000 lts	\$13,935.00
Total	\$28,331.00

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Sistema de Riego REGAR.

Tabla 10. Costo de Instalación y suministro de sistema de riego por aspersión, útil para intemperie.

Instalación y suministro de componentes de sistema de riego por aspersión tradicional fijo para una hectárea de superficie de riego	
Incluye: Motobomba de agua; Red de tuberías: (Ramales de alimentación y ramales secundarios porta aspersores); Aspersores	
Subtotal	\$15,175.00
Construcción y adaptación de depósito de 5000 lts.	\$11,406.00
Total	\$26,581.00

Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones realizadas por especialistas.

sita especial atención, B) adaptación al terreno, porque se puede aplicar tanto a terrenos lisos como a los ondulados, no necesitando allanamiento ni preparación de las tierras y C) ahorro de agua al regar, debido a que la eficiencia del riego por aspersión es de 80% frente al 50% en los riegos por inundación tradicionales.

g) Producción de nuevos cultivos en la región. Producción en invernaderos o túneles

Los invernaderos y túneles son instalaciones utilizadas actualmente en muchos lugares para la producción de numerosos cultivos. La gran mayoría están hechos a base de una estructura metálica que en su exterior puede estar cubierta por plástico, o por cristal o vidrio; cubierta que logra que los rayos del sol pasen, aunque no directamente, logrando retener el calor y generando un microclima, distinto del existente fuera de los mismos.

Una de las principales ventajas de utilizar invernaderos y túneles en la producción agrícola es, que pueden ser utilizados para sembrar cultivos en lugares donde el clima no es apto para sembrarlos o también, cuando las estaciones del año no son favorables para determinado cultivo.

Tabla 11. Estrategia alternativa para el ahorro de agua.

Objetivos	Evitar absorción del agua en la tierra y de esta manera ahorrar el agua en la conducción.
Requerimientos	Apoyos por parte de gobierno federal.
	Apoyos por parte del Gobierno Estatal.
	Apoyos con descuentos de las Empresas a quienes se les compre el concreto.
Desventajas	Alto costo.
	Escasez de fuentes de financiamiento.
	Falta de recursos para realizarlo, tanto por parte del productor como del gobierno.
Beneficios	Mejor infraestructura del sistema de riego de agua rodada y agua tratada.
	Ahorro de agua de 25% aproximadamente, del 50% que, con base en la experiencia y percepción del productor, aproximadamente se desperdicia actualmente.

Fuente: Elaboración propia con base en el estudio realizado para esta investigación.

Tabla 12. Costo de revestimiento de canales con concreto anti-erosionable, en parcela con superficie de dos hectáreas.

Concepto	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Total
Excavación c/máquina en canal mat. B. en lodoso, prof. 0.0 a 0.40 mts.	m ³	20	\$120.00	\$2,400.00
Formación y compactado de terraplenes, incluye: descopetado, extendido de material, homogeneizado, tendido, terminado afinado, eliminación de sobre tamaños en forma manual	m ³	4	\$87.00	\$348.00
Tendido de concreto hidráulico premezclado de 10 cms. de espesor, incluye: cimbrado con cimbra metálica, traspaleo del concreto extendido	m ²	8	\$75.00	\$600.00
Piso 10 cms. Esp. Con concreto premezclado F'C=150 kg/cm ² T.M.A. 19 mm., rev. 12 +/- 2 cm., tiro directo	m ³	10	\$1,850.00	\$18,500.00
Suministro y colocación de cimbra para paredes de canal con H= .80 Mts.	m ²	160	\$65.00	\$10,400.00
Suministro y colocación de malla electro soldada 10-10/6	m ²	160	\$15.00	\$2,400.00
TOTAL				\$34,648.00
COSTO ML				\$346.68

Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones realizadas por un ingeniero civil.

Cualquier tipo de invernadero, debe contar con un sistema de riego localizado y con inyección manual o automática de fertilizante, dependiendo el tipo de invernadero del que se trate y los recursos económicos con que se cuente (FIRCO, 2011).

h) Estrategia alternativa para el ahorro de agua

En la tabla 11 se muestra el concentrado de los aspectos que comprende la propuesta alternativa para el ahorro de agua, la cual consiste en el revestimiento con concreto de canales que no cuentan con el mismo. De acuerdo con un estudio realizado por Siebe (2015), en el suelo se queda 60% del agua aplicada al regar y 40% no es aprovechado.

En la tabla 12, se muestra un compendio de los materiales y mano de obra requeridos, para el revestimiento de canales, así como el costo total del mismo en una parcela que tenga una extensión de dos hectáreas.

Como puede observarse, el revestimiento de canales es costoso, es por ello que la mayoría de los productores no lo han llevado a cabo, sin embargo, el ahorro de agua al revestirlos es considerable (25%, según las estimaciones), y tomando en cuenta la posibilidad del cambio en el tipo de agua residual por el de agua tratada vale la pena reflexionar en los beneficios futuros.

Conclusiones

La estrategia de innovación tecnológica que se propone, se considera adecuada para el sector agrícola de riego de Mixquiahuala, porque está planteada en dos vertientes: la primera considera y contempla los recursos con que cuenta actualmente el sector, lo cual no requiere grandes cambios en el sistema, sumando mejoras en la maquinaria y procesos, estrategias de organización y capacitación basadas en la situación real y contando con el sistema de riego que hoy existe en el sector: el de agua residual rodada; y la segunda, contempla la posibilidad de cambio en el sistema de riego, teniendo en cuenta que es posible que en el futuro el tipo de aguas con que se riega hoy, pueda ser cambiado por el de agua residual tratada, lo cual hace posible que se pueda hacer la transición a un sistema de riego por goteo o aspersión y, con ello, generar cambios en el tipo de producción y en el tipo de productos actuales, por algunos más rentables. Con el estudio e investigación de mercado se muestra que ambas estrategias, llevan a una reducción en los costos de producción y una mayor rentabilidad, creando las posibilidades para el desarrollo y mejora de las condiciones actuales del sector.

Bibliografía

- Aguilar - Gallegos, N. et al. (2017). La intervención en red para catalizar la innovación agrícola. *Revista Hispana para el análisis de redes sociales*. Vol.28 (1). 9-31.
- CONAGUA. 2011. *Distrito de Riego 003-Tula, Programa de Producción agrícola 2010-2011*, CONAGUA. Documento de investigación.
- CIENTEC. (2000). Contribución de las nuevas técnicas en la expansión de la producción agrícola. Disponible en: <http://www.cientec.or.cr/ciencias/articulos2.html>.
- Hildebrand, P.E. (1976). Una metodología para generar nueva tecnología a pequeños agricultores tradicionales, documento preparado para la conferencia sobre: Desarrollo de economía en regiones agrícolas: búsqueda de una metodología, Bellagio, Italia. INEGI. (2015). *Anuario Estadístico y Geográfico de Hidalgo*. Disponible en: <http://ceieg.hidalgo.gob.mx/?p=19>.
- Caridad Pons Pérez C. et al. (2016). Las tic como herramientas para contribuir a la extensión agrícola y la innovación rural. *Revista Agricultura Tropical* Vol. 2 (1). 77-83.
- Palacios Prieto, et al. (1994). Variabilidad y distribución espaciales de algunos parámetros físicos y químicos del suelo en el distrito de riego 03, estado de Hidalgo, México; parte 1 semivariogramas. *Revista de Ciencias Geológicas*, Volumen 11 (1). 68-78 .
- Stewart, F. (1988). *Macro políticas para la tecnología apropiada: Introducción y panorama general*, documento presentado en la Conferencia Latinoamericana sobre política económica, tecnología y productividad rural, México.