



Quinto  
Congreso Nacional  
de Riego y Drenaje  
**COMEII-AURPAES 2019**

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



**Artículo: COMEII-19051**

Mazatlán, Sin., del 18 al 20

de septiembre de 2019

## **ORIENTACIÓN AGRÍCOLA DE RIEGO A PARTIR DE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD DEL AGUA**

**María Dolores Olvera Salgado<sup>1\*</sup>; Rodolfo Namuche Vargas<sup>1</sup>; Gregorio Bahena Delgado<sup>2</sup>;  
Francisco García Matias<sup>2</sup>; Jorge A. Castillo González<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Tecnólogo del Agua de la Coordinación de Riego y Drenaje. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos, C.P. 62550.

[dolvera@tlaloc.imta.mx](mailto:dolvera@tlaloc.imta.mx) (\*Autor para correspondencia)

<sup>2</sup>Investigador-Catedrático de La universidad Autónoma del Estado de Morelos. Campus Oriente. Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.

### **Resumen**

El trabajo se realizó en el módulo de riego Cortazar en Guanajuato, considerando: régimen de tenencia de la tierra, rangos de superficie, identificación de alternativas por parte de los productores para llegar a la determinación de indicadores de producción y productividad del suelo y el agua, entre otros. Se identificó que la *producción de la tierra* es en promedio mayor en el módulo 5, Cortazar, con respecto al distrito de riego 011, Alto Rio Lerma. En productividad bruta del agua se encontraron índices similares a  $\$1.3/\text{m}^3$  para ambos casos; en productividad de la tierra se tiene una diferencia de  $\$1,70/\text{ha}$ , a favor del Módulo Cortazar.

El sorgo y el maíz son los que presentan mayor productividad de agua, generando 1.62 y 1.67 kg. Sin embargo, analizando en base a las necesidades hídricas de cada cultivo, se encontró que el Brócoli genera  $2.35 \text{ kg}/\text{m}^3$  y los demás cultivos generan entre 1.2 y  $1.6 \text{ kg}/\text{m}^3$ . La productividad económica del agua si se consideran los ingresos brutos, es de  $\$1.39/\text{m}^3$ , considerando la utilidad neta de la producción en promedio se generan  $\$0.25/\text{m}^3$ . La determinación de indicadores económicos y productivos proporciona elementos para decidir la orientación y reorientación productiva en zonas de riego.

**Palabras clave:** producción, productividad, riego, selección alternativa



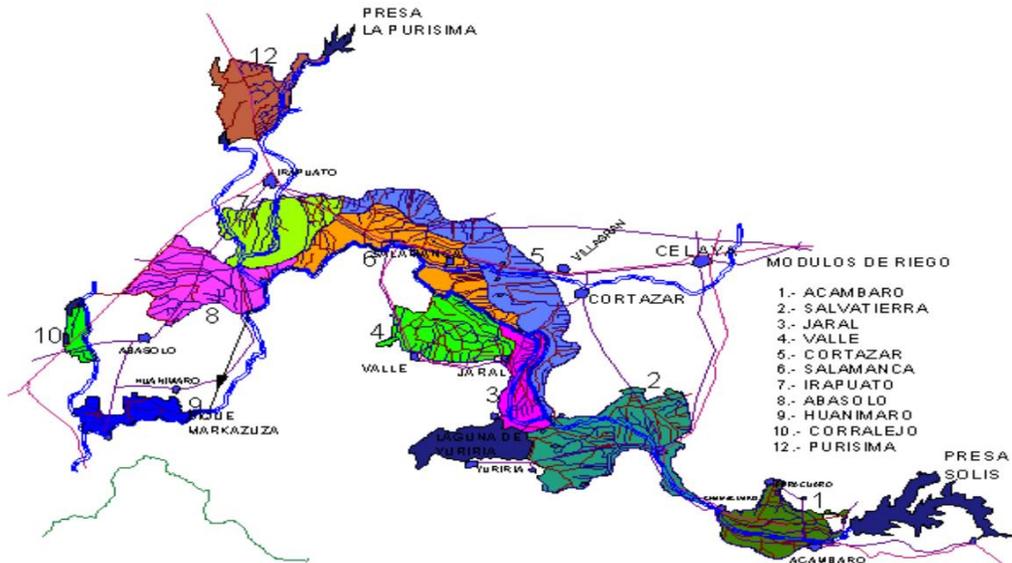
## Introducción

La planeación es una de las primeras acciones para preparar en forma organizada el año agrícola en una zona de riego con fines de producción agrícola. En esta planeación el recurso agua es elemento primordial e insustituible, dado que a partir de la disponibilidad de agua se determinará la superficie y los cultivos con posibilidad de riego y para ello se hace necesario contar con información que oriente la toma de decisiones.

Los indicadores son señaladores o guías que pueden marcar condiciones y tendencias importantes para ayudar en la planificación del desarrollo y en la toma de decisiones, se presentan como una necesidad de productores, administradores del recurso, investigadores y técnicos vinculados al uso del agua, de contar con instrumentos expeditos para la evaluación de sistemas productivos, bajo incertidumbre sobre la disponibilidad del recurso, que le permiten orientar y tomar decisiones. Así, la cantidad de variables que integran la agricultura de riego (tecnología de producción, infraestructura, diseño de sistemas, condiciones climáticas, precios de mercado, aspectos sociales, comparación entre sistemas y cadenas productivas) son esenciales para definir esquemas que maximicen la productividad del agua de riego (Molden et al., 1997), donde es esencial contar con indicadores que proporcionen elementos con visión integral para la toma de decisión de los actores involucrados (productores agrícolas) en las estrategias orientadas a producir más con menos agua en beneficio de la seguridad alimentaria y ambiental en una sociedad participativa. El uso de indicadores socioeconómicos y técnicos permiten además evaluar la percepción y participación del productor rural, y pueden 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 (Olvera et al., 2014)

El presente trabajo presenta un panorama de la estructura de posesión de la tierra y analizando los sistemas productivos con la aplicación de indicadores económicos, del agua y de la tierra como elementos para determinar las mejores opciones de cultivo en un módulo de riego y la generación de los indicadores.

El desarrollo de indicadores económicos y productivos se realizó en el módulo de riego Cortazar, y localizado en el estado de Guanajuato, en la porción central del Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma, localizado dentro de la Región Hidrológica VIII cuyas coordenadas geográficas medias son 19° 55' N y 99° 39' O (Exebio-García, et al., 2005:214). Tiene una altitud promedio de 1,722 m.s.n.m. El clima que predomina en la región, según Köppen, modificado por García (1981), es CwAh, que corresponde a un clima templado sub-húmedo con lluvias en verano, con una precipitación media anual mayor a 620 mm y con una temperatura media mensual entre 18 y 20 °C. El intervalo de heladas es de 10 a 30 días, de noviembre a febrero. Las granizadas son de uno a tres días anuales (Mejía-Saens, et al., 2003:524). El distrito de riego se organizó en 12 módulos de riego que tienen como figura legal a la Asociación Civil y es dentro del distrito que se encuentra el Módulo 5, Cortazar (Figura 1).



**Figura 1.** Módulos de riego del DR 011, Alto Río Lerma Guanajuato

El módulo está insertado dentro de la cuenca Lerma Chapala y por lo tanto en una zona donde “se recomienda no incrementar la explotación de agua con fines agrícolas, debido a la sobreexplotación del acuífero”. Esto concuerda con lo estimado para el Distrito de Riego No. 011, donde la recarga anual estimada del acuífero es de 64.5 millones de metros cúbicos y la extracción anual estimada es de 86.7 millones de metros cúbicos, arrojando un balance negativo de 22.2 millones de metros cúbicos, correspondiendo al 33% de la recarga. El Módulo Cortazar, cuenta con una superficie dominada de 18,448.30 ha, de las cuales 12,712 ha son regadas con agua de gravedad, se cuenta con un padrón de 3,162 usuarios con derecho a riego. El módulo para su operación cuenta con los canales principales de Toma Nueva y Antonio Coria.

El uso del suelo está influenciado por la ubicación del módulo en la región media y sur del llamado bajío Guanajuatense, que es una gran llanura interrumpida por sierras pequeñas; en la parte agrícola presenta la mayor superficie cultivada bajo el régimen de riego, los cultivos que se establecen en la superficie durante el ciclo Otoño-Invierno, trigo y en menor escala cebada y algunas hortalizas como el brócoli, al ajo, la cebolla, y otros cultivos en menor escala.

Las condiciones de escasez del agua requieren de un uso más eficiente del agua, es decir proporcionar el agua requerida por el cultivo, y de una reorientación de los cultivos que propicien la reducción de los consumos actuales., para ello se necesita conocer cuál es la situación productiva en cuanto a uso del suelo y la determinación de indicadores que permitan tomar decisiones sobre planeación agrícola considerando además las alternativas visualizadas de los productores agrícolas del módulo de riego.



## Procedimiento

El presente estudio se presenta como un paradigma sintético, en el cual “se da por sentado que la teoría y los datos son inseparables” (Ratcliffe, *et al.*, 2002: 82), integrando los elementos de los paradigmas inductivo y deductivo, donde se da la interacción entre la teoría y los datos empíricos. El modelo sintético apoya a dar validez del conocimiento documental e histórico entre la teoría interdisciplinaria y el caso empírico de los módulos de riego pues se construye un todo a partir del análisis de cada elemento (Ortiz, *et al.*, 2013). El trabajo se basa en las fuentes de dos tipos principalmente: por un lado las fuentes documentales: basados en documentos, prensa, memorias, literatura, etc. (Medina s/f: 94); y por el otro la aplicación de análisis de fincas del sistema productivo de productores participativos del área de estudio que permitió a través de estas fuentes orales fortalecer la memoria histórica presente de los actores en la problemática concreta del agua y su sistema productivo, de este modo se orientó a la reflexión individual y se pueden analizar múltiples causas, consecuencias y efectos sobre la vida individual/familiar de los participantes y su entorno social (Mallimaci, *et al.*, 2006, p 178). Lo anterior se reforzó con observación y registro de campo.

Bajo este enfoque fundamental, el trabajo se realizó a partir de una caracterización general del medio físico determinando el uso del suelo con material cartográfico excluyendo las zonas urbanas para disponer del uso del suelo por orientación productiva. Aunado a lo anterior, se obtuvo y analizó información a partir de instrumento de entrevista a productores cooperantes que representaron el 10% de la totalidad, así como, la información documental disponible en el Módulo de riego, sobre tenencia de la tierra clasificando y cuantificando en cuatro rangos de superficie (1-6, 6.1-9, 9.1-15, y 15.1-más hectáreas), e identificando el uso del suelo desde el punto de vista del usufructo de la misma, fuentes de abastecimiento de agua adicionales (pozos) a la entrega del almacenamiento, alternativas identificadas por los productores a la problemática del agua.

Asimismo, se analizaron algunos indicadores de impacto en nueve años, calculando a partir de la media aritmética la variación de valores de superficie, rendimiento, RBC, en este caso el sorgo y el trigo por ser los cultivos que ocuparon la mayor superficie sembrada. Para identificar el nivel de productividad y en el afán de evitar exclusiones de cultivos actuales, se registraron los rendimientos de los cultivos encontrados en la zona y se aplicó el método comparativo, con el rendimiento potencial identificado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para esa región.

Los indicadores calculados y posteriormente analizados, fueron además de los usados de una variable directa como el rendimiento, el costo de producción y la superficie, aquellos que tienen uso generalizado como los de producción y productividad del agua.

Los indicadores de productividad o índices productivos pueden ser cualitativos o cuantitativos, y de modo general en cuanto a la fórmula de cálculo, es el cociente entre



la producción y el consumo, es decir, entre el beneficio y el costo. En el presente trabajo se determinaron los indicadores de productividad del agua, productividad de la tierra y eficiencia de aplicación:

La productividad de la tierra identificada de modo similar como rendimiento, se determinó de relacionar las variables: volumen de producción (Vp), y superficie de producción (ha), de tal modo que el resultado es una expresión en toneladas por hectárea (ton/ha), aunque es posible expresarse también en kilogramos por hectárea (kg/ha) si se usan las unidades de medida respectivas comúnmente conocido como rendimiento del cultivo:

$$Pt=Vp/ha \quad (1)$$

Además de los indicadores de productividad expresados, existe dentro del seguimiento, la posibilidad de usar una sola variable y considerarla como un indicador, entre ellos: la superficie, el rendimiento, los usuarios, el volumen de agua, etc., los cuales al igual que los índices de productividad permiten graficar sus tendencias a través del tiempo y visualizar que tanto nos acercamos o alejamos de la meta establecida en el programa, proyecto o estrategia. Para el presente estudio se usaron tanto los indicadores de productividad como los indicadores a partir de una variable indicador, a nivel de módulo. En el presente trabajo se presentan alguno de ellos.

## Resultados y Discusión

Enseguida se describen los principales resultados obtenidos:

- Uso del suelo

Se identificó que el 94% de la superficie destinada a la producción estaba bajo riego (cultivos anuales, semiperennes y perennes) mientras que alrededor del 4% se clasifica como agricultura de temporal (Cuadro 1). En el ciclo Primavera-Verano, se siembra sorgo, le sigue el maíz, frijol y algunas hortalizas como brócoli y la lechuga, y otros cultivos en menor proporción. En los cultivos perennes, la alfalfa es el cultivo principal, siguiendo el espárrago y la fresa.

**Cuadro 1.** Uso del suelo en el módulo por orientación productiva.

USO DEL SUELO	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE DEL MÓDULO (%)
Ar(A-Sp) y ArP Agricultura de riego (cultivos anuales, semipermanentes y permanente)	17,746.74	93.59
Atp A Agricultura de temporal permanente cultivos anuales	672.46	3.54
Mi-No Matorral subtropical	544.89	2.87
<b>TOTALES</b>	<b>18,964.32</b>	<b>100.00</b>

- Rangos de superficie por régimen de tenencia de la tierra

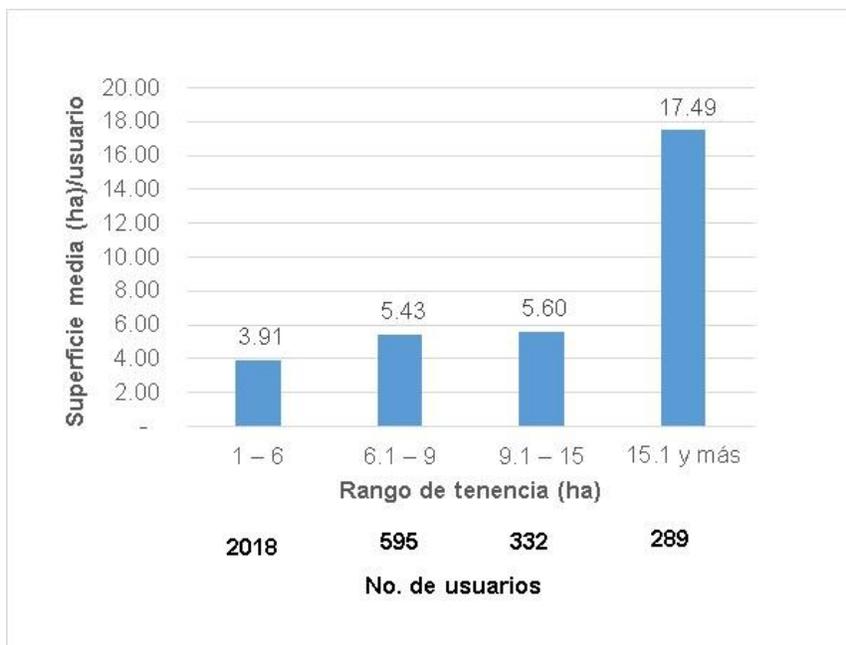
La pulverización actual que existe sobre la tenencia o explotación productiva de la tierra es marcada, ya que el mayor número de productores se encuentra con tenencia en el rango de 1 a 6 ha y con mayor concentración entre 2 y 4 hectáreas.

**Cuadro 2.** Rangos y régimen de tenencia de los productores

Estrato	Rango de tenencia (ha)	No. de productores	Superficie (ha)	Distribución por tipo de tenencia (%)			
				Productores		Superficie	
				Ejido	P.P.	Ejido	P.P.
I	1 – 6	2,018	7892	63	37	80	20
II	6.1 – 9	595	3230	87	13	83	17
III	9.1 – 15	332	1858	80	20	43	57
IV	15.1 y más	289	5055	18	82	1	99
	Total						

Mientras que el 62% de los productores tiene una superficie media de 3.91 ha, el 9% posee una superficie media de 17.49 ha. En los estratos I al III se encuentran el 91% de los productores con predominancia en el régimen de tenencia del ejido, y en el estrato IV se encuentra el resto con predominancia de la pequeña propiedad.

Este desbalance abre la brecha entre el poder económico del pequeño propietario y el ejido, situación muy parecida en el campo mexicano donde el acceso a apoyos, tecnologías, innovaciones y otras herramientas que impulsan el desarrollo rural agrícola (Gráfica 1).



**Gráfica 1.** Superficie media y usuarios por rango de tenencia de la tierra



- Usufructo de la tierra

Más del 60% de los productores siembran sus parcelas, sin embargo existe tendencia a trabajar la parcela “a medias”, es decir el productor dueño pone la tierra y otro que puede ser dueño de otra tierra o simplemente mediero de tierras, es el que siembra y sobre la cosecha (utilidades) entre el 25 y el 30% es para el productor propietario de la tierra.

Sobresale que la mayoría de los usuarios poseen entre 1 a 6 hectáreas y que el 75% de ellos siembran y por la misma dominancia en cantidad de hectáreas y usuarios, los datos reflejan que representan mayoría que además rentan la tierra, dan a medias y/o venden la tierra (Cuadro 3).

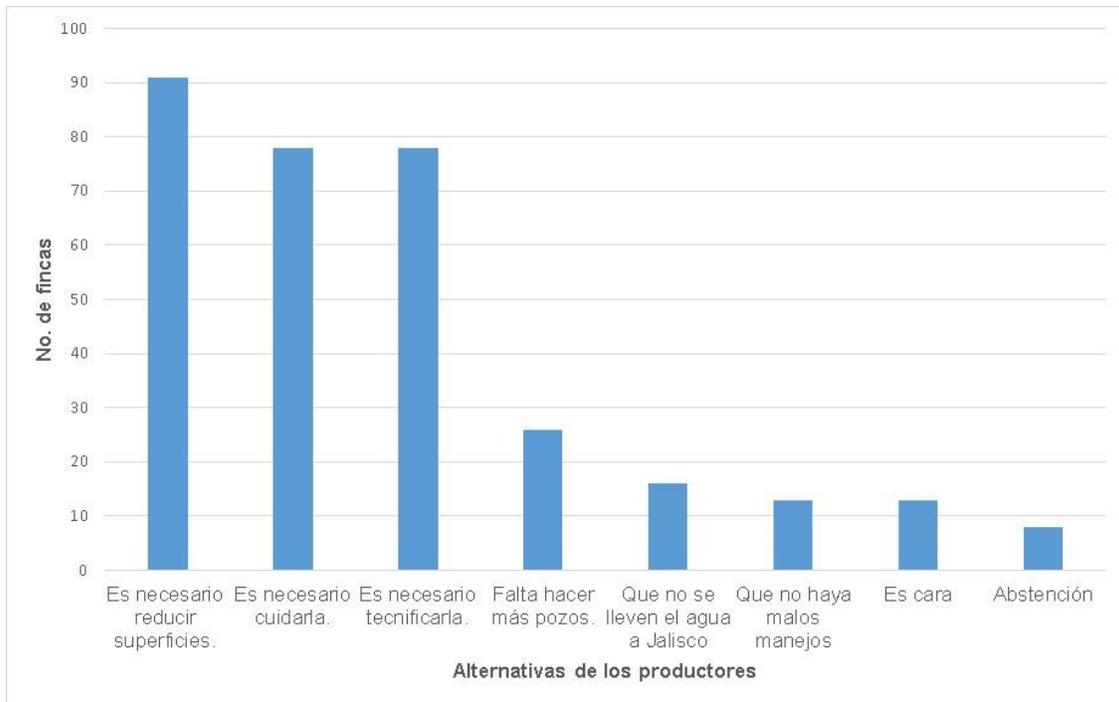
**Cuadro 3. Usufructo de la tierra**

Rango de tenencia (ha)	Usuarios	Siembran		Rentan		Dan a medias		Vendieron la Tierra	
	Número	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
<b>1-6</b>	<b>2018</b>	<b>1448</b>	<b>75.08</b>	<b>63</b>	<b>3.12</b>	<b>383</b>	<b>18.96</b>	<b>124</b>	<b>6.14</b>
6.1 - 9	595	383	64.36	17	2.85	191	32.10	4	0.67
9.1 -15	332	214	64.45	6	1.80	109	32.83	3	0.90
15.1 y más	289	238	82.35	9	3.11	34	12.11	8	2.76

- Percepción de las alternativas a la problemática del agua

En general se observó que las alternativas de reducir superficie, cuidar el agua, y tecnificar el riego fueron alternativas propuestas por productores de los estratos más bajos en cuanto a superficie usufructuada. Mientras que el estrato III que corresponde a productores con 9.1-15 ha coinciden en reducir superficies, abrir más pozos y evitar que se transfiera agua al estado de Jalisco. Por otro lado productores con mayor superficie y con un mejor nivel de tecnificación del riego manifiestan solo dos alternativas: cuidar que no existan malos manejos del agua y que se regule su costo dado que su manifiesto es que este recurso es caro.

De la totalidad de las 323 fincas analizadas la alternativa de mayor incidencia corresponde a reducir superficies, cuidar el agua y tecnificar los sistemas (Gráfica 2).



**Gráfica 2.** Alternativas a la problemática del agua

- Rendimientos medios en cultivos principales

En el módulo se dispone de una amplia gama de productos agrícolas como: trigo, sorgo, maíz, cebada, cebolla, ajo, lechuga, brócoli, garbanzo, frijol, tomate, zanahoria, sandía, calabacita, betabel, col, coliflor y chile verde entre otros, siendo el trigo y el sorgo los que ocupan la mayor parte de la superficie.

El sistema productivo, se ha visto beneficiado por la tecnificación de áreas con sistemas de entubamiento y compuertas en algunas secciones, dentro de lo que se calcula que la eficiencia de conducción se mejora en un 10% mínimamente de acuerdo a registros documentales.

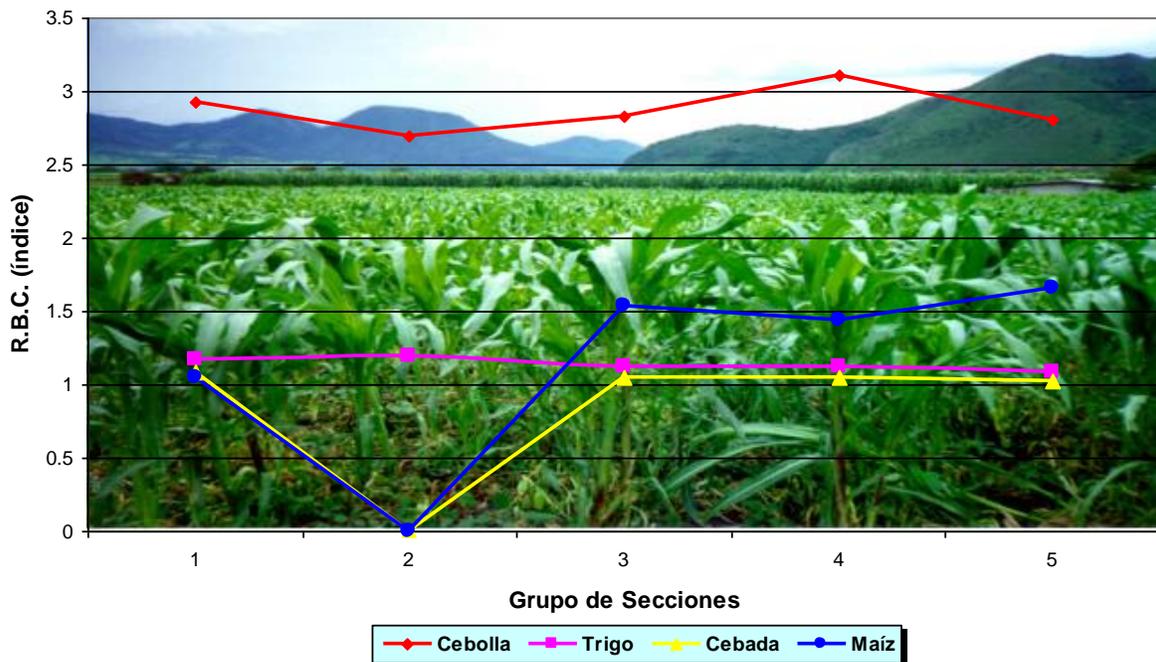
Con respecto a los cultivos principales el rendimiento de trigo alcanza máximos de 12 toneladas por hectárea para el caso del sorgo y de 7 toneladas por hectárea para el caso del trigo (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Rendimientos por estrato de tenencia

CULTIVO	RENDIMIENTO POR RANGOS DE SUPERFICIE			
	I	II	II	IV
Sorgo	6 a 11 ton. / ha.	8 a 12 ton. /ha.	7 a 12 ton / ha.	8 a 12 ton./ha.
Trigo	4 a 7 ton. / ha.	6 a 7 ton. / ha.	5 a 6 ton / ha.	6 a 7 ton / ha.

- **Indicadores que orientan sobre la producción y productividad agrícola**

**Relación Beneficio Costo (RBC):** en todas las secciones de riego del Módulo Cortazar se identificó que el cultivo del maíz tiene mayor productividad económica que el trigo y el sorgo (Grafica 3). En la región el maíz alcanza rendimientos medios entre 9 y 10 ton<sup>ha</sup> encontrando productores con rendimientos superiores al potencial definido por el INIFAP, de 11 ton<sup>ha</sup>. En el caso del cultivo de cebolla el rendimiento medio es de 25 ton<sup>ha</sup>. Lo anterior tiene un efecto directo en este indicador al basarse éste en la relación entre el ingreso y el costo, entonces al obtener buenos rendimientos el ingreso generado es mayor e impacta directamente en su RBC.



**Grafica 3.** Rentabilidad económica de algunos cultivos

**Potencial Productivo:** la productividad de los cultivos dentro del módulo Cortazar, en la mayoría de los cultivos es menor que el potencial definido por el Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y pecuaria (INIFAP), a excepción del trigo con rendimientos superiores a 6.5 ton/ha definidas como potencial., el resto de cultivo aún tienen posibilidad de mejorar en la productividad, con la aplicación de mejor tecnología.

Un análisis del rendimiento actual comparado con el potencial se registra en el Cuadro 5, en el cual fue analizado por secciones de riego.

**Cuadro 5.** Potencial productivo y situación actual en el Módulo Cortazar

CULTIVO	RANGO DE PRODUCTIVIDAD POR GRUPO DE SECCIONES					Potencial INIFAP (Ton/ha)*	RENDIMIENTO ACTUAL Vs. POTENCIAL
	1 (ton/ha)	2 (ton/ha)	3 (ton/ha)	4 (ton/ha)	5 (ton/ha)		
• Ajo	10-14.5	8-10	10-11	10-11	8	13	Menor en todas las secciones
• Brócoli	10	9-10	10	10	10	14	
• Cebada	6-6.3	5-6	5.7-6	5.9-6	5.76	6	
• Sorgo	8.9-9.7	8.3-9.3	8.9-9.3	8.5-9	8.9-9.3	11	
• Trigo	7-7.2	7-7.5	6.7-7	6.7-6.8	6.5-6.7	6.5	
• Zanahoria	25-28	No sembró	30	21-35	35	28	Superior en todas las secciones
• Garbanzo	1.5	1.8-2	2-2.5	1.5	2-2.5	5	Superior en cuatro secciones
• Maíz	8-9	9-11	8.8-10	8.5-8.7	8.7-10	10	Menor en todas las secciones
• Cebolla	23-30	22.5-27	25-27.7	28.5	19-27.5	45	Igual en tres y superior en una sección
							Menor en todas las secciones

\*obtenidas de paquetes tecnológicos y boletines técnicos emitidos por la instancia oficial

En el módulo se tiene una superficie de 7,960 ha de trigo, 2,356 ha de cebada, 809 ha de brócoli, 8,828 ha de sorgo y 1,324 ha de maíz, según reportes registrado en el área de estadística de los usuarios del módulo.

Considerando a los cultivos de trigo (7,960 ha) y sorgo (8,828 ha), como los que ocupan mayor superficie, tal cual se ha mencionado en el desarrollo del presente estudio, se analizó el efecto que ha tenido la transferencia en algunos de los principales indicadores económicos como el precio medio rural, las tasas de interés a préstamos bancarios y los precios de compra de dos de los fertilizantes más consumidos en la región, así como el indicador productivo de rendimiento y el de eficiencias de conducción del agua (Cuadro 6).

Se aplica en este estudio el indicador económico: Razón Beneficio Costo y el indicador productivo del Índice de Repetición para su análisis a nivel módulo y a nivel de los grupos de secciones.

Se ha tenido un incremento en la superficie cultivada con sorgo para grano del 56% y en promedio se han sembrado 9,700 ha con rangos que se encuentran entre 8,152 y 11,463 hectáreas.

Con respecto al trigo en el mismo periodo analizado para el sorgo se tiene un decremento en la superficie sembrada debido a que en último año analizado no se regó con agua de la presa, solamente con agua extraída de los pozos, en promedio sin considerar este



último año se han estado sembrando en promedio 10,270 ha con rangos que se encuentran entre 7,200 y 11,400 hectáreas.

Con respecto al rendimiento se registró un incremento del 32% para el sorgo alcanzando rendimientos promedio de 9.5 ton/ha, y en algunos casos especiales se ha alcanzado el potencial definido por el INIFAP de 11 ton/h, en los paquetes tecnológicos desarrollados para el Distrito de Desarrollo Rural 005 Cortazar. En el trigo se han incrementado los rendimientos hasta el 37% alcanzando rendimientos promedio de 7 ton/ha, y superando el potencial definido por el INIFAP de 6.5 ton/ha dentro de los paquetes tecnológicos desarrollados en el DDR 005 Cortazar, Gto.

**Cuadro 6.** Variables indicativas en productividad agrícola y conducción del agua en el Modulo.

CONCEPTO	PERIODO DE ANÁLISIS									Valor Medio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>SORGO GRANO</b>										
Superficie (ha)	11,463	7,087	7,946	9,661	10,565	11,349	10,420	11,127	8,152	9,752
Rendimiento (ton/ha)	7.2	7.1	6.9	8	8.4	8.8	9.4	9.5	9.5	8.31
RBC	1.13	1.1	1.07	1.23	1.25	1.26	1.32	1.32	1.34	1.22
<b>TRIGO GRANO</b>										
Superficie (ha)	10,276	9,548	10,778	10,213	11,121	11,476	11,698	7,224	2,708	9,449
Rendimiento (ton/ha)	5.1	6.2	6	6.1	7.1	6.4	6.5	7	7	6.38
RBC	1.23	1.19	1.27	1.3	1.4	1.32	1.34	1.42	1.44	1.32
<b>EFICIENCIAS CONDUCCIÓN DEL AGUA</b>	53.9	55.4	63.5	63.5	61.4	63.6	52.6	61	62.1	59.67

**Productividad del agua y de la tierra:** Comparando los indicadores, se identifica que la *producción de la tierra* es en promedio mayor en el módulo 5, Cortazar, con respecto al distrito de riego 011, Alto Rio Lerma. En productividad bruta del agua se encontraron índices similares a \$1.3/m<sup>3</sup> para ambos casos; en productividad de la tierra se tiene una diferencia de \$1,705/ha a favor del Módulo Cortazar.

El sorgo y el maíz son los que presentan mayor productividad del agua, generando 1.62 y 1.67 kg por m<sup>3</sup>. Pero, si analizamos de acuerdo a las necesidades hídricas de cada cultivo encontramos que el Brócoli genera 2.35 kg/m<sup>3</sup> y los demás cultivos generan entre 1.2 y 1.6 kg/ m<sup>3</sup>.

La productividad económica del agua si se consideran los ingresos brutos (*sin considerar costos*), es de \$1.39/m<sup>3</sup>., que significa que por cada mil litros de agua aplicados en promedio se obtienen 1.39 pesos, sin embargo, considerando la utilidad neta de la producción en promedio se generan \$0.25 por la misma cantidad de agua.

Debido a que el manejo de datos promedio encubre la productividad de los cultivos es conveniente registrar la producción económica y la productividad del agua en los principales cultivos (*considerando la superficie sembrada*), del módulo Cortazar (Cuadro 7).

Es notorio que los cultivos del brócoli y el maíz son en todos los índices aplicados los que tienen un mayor valor, tanto en productividad del agua como en producción económica por hectárea.

**Cuadro 7.** Índices de productividad del agua y producción de la tierra

C U L T I V O	PRODUCTIVIDAD DEL AGUA				PRODUCCIÓN DE LA TIERRA	
	Produc- ción bruta	Produc- ción neta	Productividad bruta	Productividad neta	Produc- ción neta	Produc- ción bruta
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>	\$/m <sup>3</sup>	\$/m <sup>3</sup>	M\$/ha	M\$/ha
Trigo	0.73	1.24	0.88	0.19	1.082	8.327
Cebada	0.76	1.35	1.07	0.08	0.374	8.331
Sorgo	1.62	1.24	1.62	0.06	0.375	7.665
Maíz	1.67	1.60	2.00	0.69	3.987	11.112
Brócoli	1.01	2.35	3.03	1.77	7.19	28.69
Promedio Modulo 5	1.19	1.556	1.39	0.25	0.557	12.825
Promedio DR 011 A.R.L.	0.86		1.33			11.12

## Conclusiones

El 94% de la superficie con orientación productiva está clasificado como agricultura de riego de la cual solo un 54% aproximadamente se encuentra en producción., plantear ampliar la superficie agrícola no es la opción dado a las condiciones de escasez del agua imperantes en la cuenca y a la sobreexplotación de aguas subterráneas, aseveración coincidente con lo expresado por los productores representativos de la región quienes manifiestan que no es una alternativa la ampliación de superficie sino por el contrario reducir la superficie, cuidar el agua y tecnificar son las alternativas de mayor peso para ellos.

La pulverización de la tierra afecta a la mayoría de los usuarios, los cuales son predominantemente ejidatarios, ya que la superficie media que ostentan el 62% de los productores tiene una superficie media de 3.91 ha, mientras que el 9% posee una superficie media de 17.49 ha.

El cultivo del maíz es el que presentó mejor rentabilidad económica, superior al sorgo y trigo, cultivos que ocupan la mayor superficie sembrada en el módulo de riego, este



resultado es coincidente con lo encontrado por Pérez et al., 2011, en el DR 011 Alto Río Lerma, mismo al que pertenece el módulo en estudio., sin embargo la superficie con este cultivo apenas alcanza el 7% de las hectáreas cultivadas en el módulo., y dentro de las expectativas del productor, no se identificó el deseo de cambiar de cultivo, razón por la cual esto indica que la orientación debería ser hacia alcanzar la productividad potencial de cada cultivo, hacia un uso eficiente del agua con mayor tecnificación.

Los indicadores de productividad del agua de los principales cultivos son útiles cuando se da un seguimiento de varios años ya que reflejan el aumento o disminución en producción de la tierra y en el uso del agua, con ello se puede reorientar y reordenar la producción en algún sitio. En el caso del módulo de riego Cortazar, cualquier decisión de planeación debe considerar la percepción de los productores, la cual al momento del estudio no expresa el deseo de cambiar de cultivo.

El módulo Cortazar presentó mejores índices de producción y productividad de la tierra con respecto a la generalidad obtenida a nivel de distrito de riego.

Dependiendo del enfoque de un análisis se puede reorientar la producción, si se trata de uno económico entonces se podría decir que producir maíz y brócoli generaría mayor ganancia los productores., si se trata de generar volumen de producto entonces podríamos decir que producir cultivos como brócoli, maíz y cebada, es lo mejor, etc.

Entonces prevalece en esta conclusión que lo primero es identificar el interés de los actores principales de la producción, los agricultores, quienes opinan con gran sabiduría que sus alternativas son reducir la superficie regada porque ya no les alcanza el agua, hacer un uso eficiente de la que tienen disponible para sus cultivos y tener una mayor tecnificación del riego.

## Referencias Bibliográficas

Exebio-García Adolfo, Palacio-Vélez Enrique, Mejía Saen Enrique, Ruíz-Carmona Victor, 2005. "Metodología para estimar perdidas por infiltración en canales de tierra", en revista TERRA Latinoamericana, Vol. 23, Núm. 2, abril-junio, pp.213- 223.

Mejía-Saen Enrique, et al., 2003. "Evaluación económica del proceso de transferencia del Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma, Guanajuato, México", En TERRA Latinoamericana, Vol. 21, Núm. 4, octubre-diciembre, México, Universidad Autónoma Chapingo, pp. 523-531.

Mallimaci, et al., 2006, "Historia de vida y métodos biográficos", en Vasilachis I., Estrategias de investigación cualitativa, pp. 175-2012, Editorial Gedisa, Barcelona, España.

Medina RA, (s/f). Teoría, fuentes y método en Historia Regional, Recuperado el 29 de agosto de 2019 de:



<http://www.colmich.edu.mx/relaciones25/files/revistas/015/AristidesMedinaRubio.pdf>.

Molden, D. 1997. Accounting for Water Use and Productivity. Swim Paper 1. International Irrigation Management Institute, Colombo, Sri Lanka.

Olvera-Salgado, M. D., Bahena-Delgado, G., Alpuche-Garcés, O. & García-Matías, F. 2014. La tecnificación del riego ante la escasez del agua para la generación de alimentos. Estudio de caso en Chihuahua, México. *Ambiente y Desarrollo*, 18(35), 23-36. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.AyD18-35.trea>  
doi:10.11144/Javeriana.AyD18-35.trea

Ortiz, U. F, Oviedo G. M., Oviedo G. H., 2013. Metodología de la Investigación interdisciplinaria, IPN, recuperado en 04 de septiembre de 2019, de: [http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/uteycv/arch/rdd/polilibros/Polilibro%20-%20Metodolog%C3%ADa/docs/pol\\_u1.pdf](http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/uteycv/arch/rdd/polilibros/Polilibro%20-%20Metodolog%C3%ADa/docs/pol_u1.pdf)

Pérez Espejo, Rosario, Jara Durán, Karla Alethya, & Santos Baca, Andrea. 2011. Contaminación agrícola y costos en el distrito de riego 011, Guanajuato. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(spe1), 69-84. Recuperado en 06 de septiembre de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342011000700006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000700006&lng=es&tlng=es).

Ratcliffe JW, González del Valle A. 2000. El rigor en la investigación de la salud: hacia un desarrollo conceptual. En: Denman CA, Haro JA, compiladores. *Por los rincones. Antología de métodos cualitativos en la investigación social*. Hermosillo: El Colegio de la Sonora; 2000. p. 57-75 y 207-226.