



**IMTA**  
INSTITUTO MEXICANO  
DE TECNOLOGÍA  
DEL AGUA

# IMPACTO DE LA TECNIFICACION DEL RIEGO A PARTIR DE INDICADORES COMPARATIVOS EN DISTRITOS DE RIEGO

María Dolores Olvera Salgado; Juan Manuel Ángeles Hernández; Jorge Andrés Castillo González; Pedro Pacheco Hernández; Juan Cenobio Torres Morales; Helene Emmi Karin Unland Weiss, Rodolfo Namuche Vargas.

dolvera@tlaloc.imta.mx

II Congreso Nacional de Riego y Drenaje COMEII 2016  
08 al 10 de septiembre del 2016  
Chapingo, México

# ÍNDICE



- 1. Introducción
- 2. Procedimiento
- 3. Resultados
- 4. Conclusiones

# 1. 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).

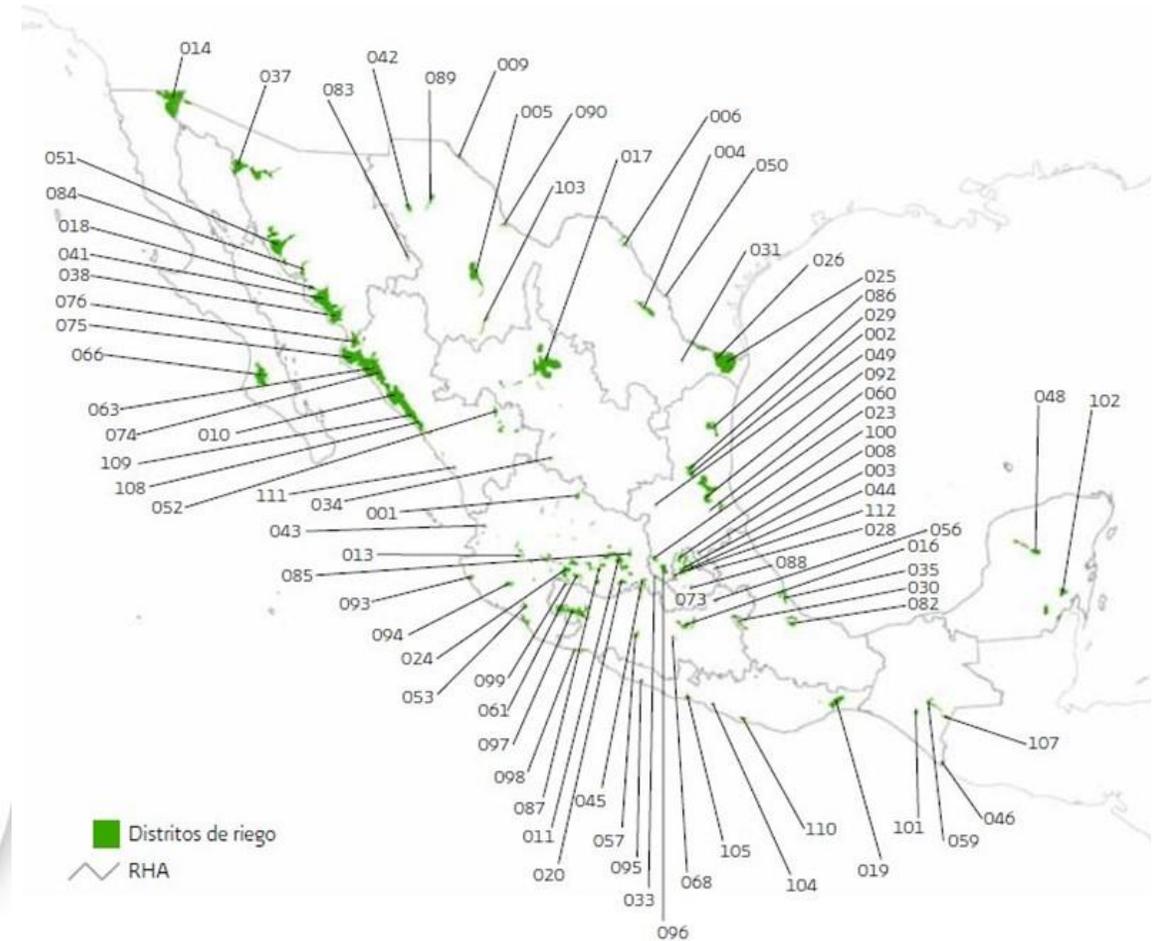
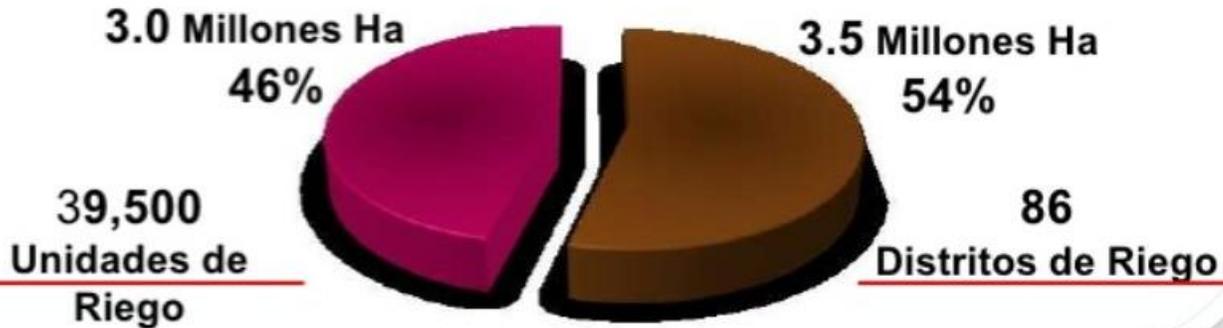
Sitios que utilizan aproximadamente el 77% del recurso, operando con eficiencias por demás bajas de alrededor al 37% en los distritos de riego y del 57% en las unidades de riego (Arreguín, 2010).

En la última década, la agricultura bajo riego en el país contribuyó con el 60% del valor total de la producción agrícola, con un rendimiento por hectárea de 3.4 veces mayor que el de las áreas de secano o temporal (FAO, 2005).



## Superficie de riego en México

**6.5 Millones de Hectáreas de Riego**  
**54% del Volumen Nacional de Producción**  
**70% Exportaciones**



Fuente: Distritos de Riego, 2009. [www.cna.Gob.mx](http://www.cna.Gob.mx)

# CONTINUA INTRODUCCIÓN



En las últimas décadas, se han aplicado grandes recursos para tecnificar las zonas de riego de la nación mexicana, 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:

## PROBLEMÁTICA GENERAL

- Década previa a 2003 de intensa sequía
- Falta de mantenimiento a la infraestructura
- Técnicas ineficientes de aplicación del agua a los cultivos
- Deuda pendiente entre México y Estados Unidos (Tratado de Límites y Aguas 1944)

## ALTERNATIVA DE ATENCIÓN

Financiamiento del Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN) por 143 millones de dólares, para la rehabilitación de la infraestructura y la tecnificación y modernización del riego.

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

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



## 2. PROCEDIMIENTO



La información se obtuvo directamente del productor agrícola de uno de los módulos de riego del DR 005, Delicias, Chihuahua, para lo cual se analizaron fincas agrícolas pares:

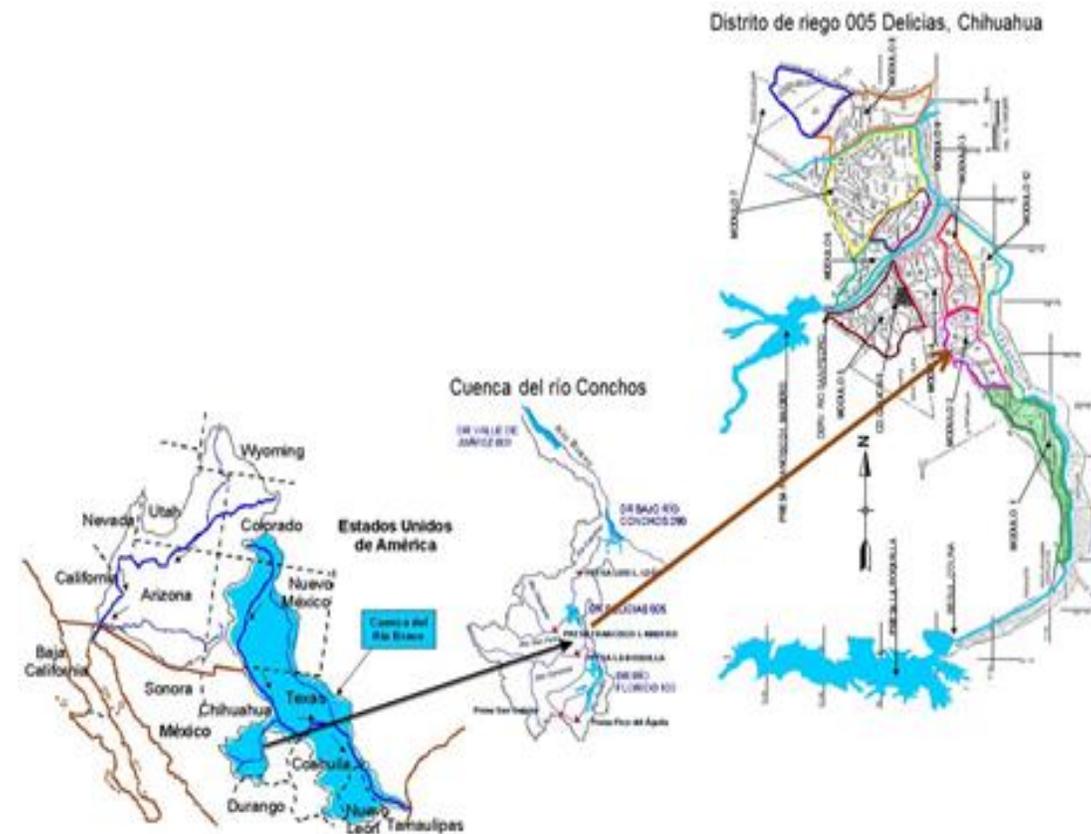
26 fincas con riego por gravedad,

26 fincas con riego tecnificado

Se analizaron cultivos similares con lo que se generó la condición de comparación.

Diseño y aplicación de un instrumento de investigación en el cual se obtuvo cada una de las actividades que el productor realiza para producir su cultivo (ANÁLISIS DE FINCA).

El índice de confianza calculado para la superficie representativa fue del 95% para un área que representa el 23% aproximado de las inversiones económicas realizadas en todo el distrito de riego y el 11% de la superficie tecnificada (890 hectáreas) para el módulo 4, definido como área de estudio.



La determinación de impactos del cambio de agricultura de temporal a riego requiere de información lo más cercana a la realidad posible.

El cambio en el aspecto productivo y la determinación de otros que se tienen en el aspecto social y económico parten del costo de producción.

Los modelos de finca son el instrumento ideal para obtener del productor agrícola información certera y próxima a la realidad del campo a intervenir con una acción determinada.

El impacto se determina a partir de indicadores y éstos se pueden obtener de una o de la relación de más variables.





## EJEMPLO DE SALIDA

### Determinación del costo de producción del productor agrícola

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Total (\$/ha)
<b>1. LABORES CULTURALES DE PREPARACIÓN O MANEJO DEL SUELO</b>				
<b>SUBSUELO</b>				
Mano de obra	0.19	jornal	250.00	46.88
Combustible	22.00	L	10.81	237.82
Maquinaria o equipo	1.00	labor	215.31	215.31
				500.00
<b>RASTRA</b>				
Mano de obra	0.13	jornal	250.00	31.25
Combustible	22.00	L	10.81	237.82
Maquinaria o equipo	2.00	labor	65.47	130.93
				400.00
<b>CUADREO</b>				
Mano de obra	0.13	jornal	250.00	31.25
Combustible	22.00	L	10.81	237.82
Maquinaria o equipo	2.00	labor	65.47	130.93
				400.00
<b>CAMELLONEO</b>				
Mano de obra	0.06	jornal	250.00	15.63
Combustible	11.00	L	10.81	118.91
Maquinaria o equipo	1.00	labor	65.47	65.47
				200.00
<b>2. SIEMBRA O PLANTACIÓN</b>				
<b>PLANTACIÓN</b>				
Plantas	37,000.00	planta	0.21	7,600.00
Mano de obra	8.00	jornal	240.00	1,920.00
Maquinaria o equipo	0.50	flete	300.00	150.00
				9,670.00

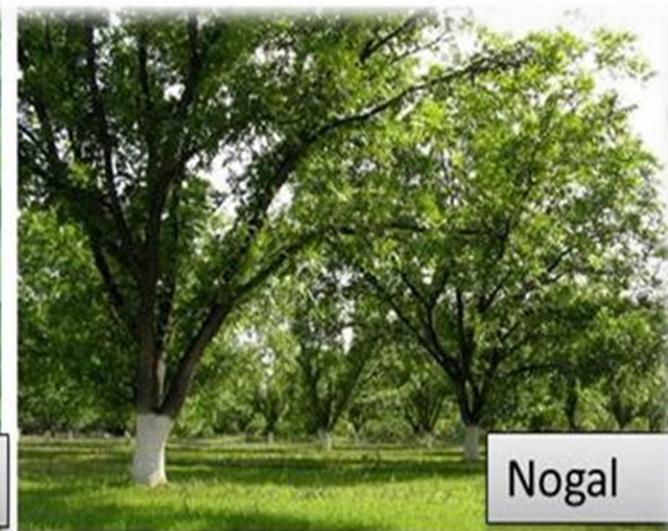
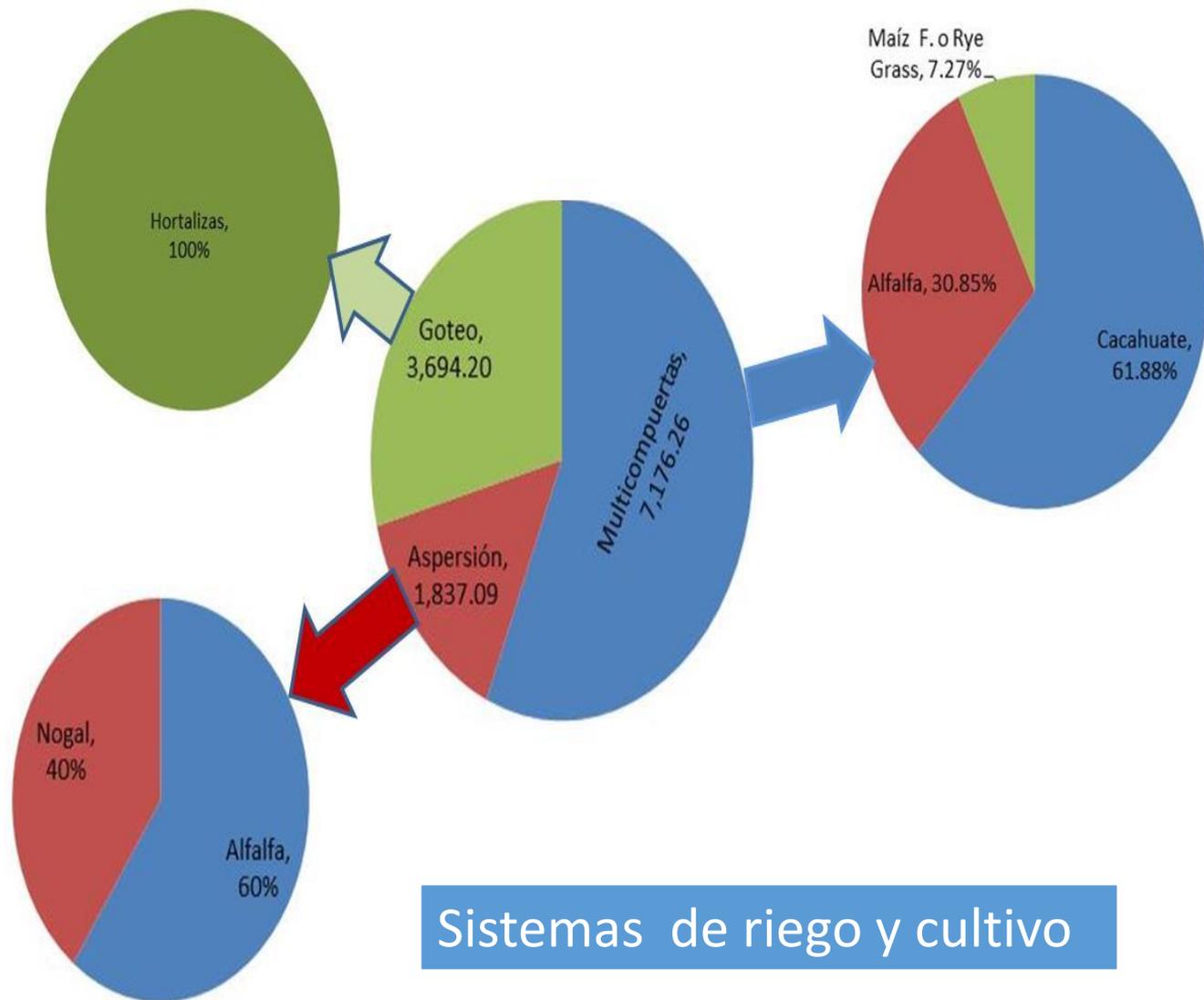
Nombre del Productor:	DANIEL RUIZ		
Teléfono y correo electrónico:			
Organización: Modulo	"4"		
<b>Clave de la Finca:</b>	1584	(se refiere al número de lote)	
Cultivo:	CHILE		
Edad de plantación:		años	
Sistema de riego:	CINTILLA		



Indicadores	
Rendimiento (kg)	120,000
Producción del agua (kg/m <sup>3</sup> )	12.82
Precio \$/kg	1.8
Costo de producción (\$/ha)	95,453.12
Utilidad bruta de la producción (\$/ha)	216,000
Utilidad neta de la producción (\$/ha)	120,546.88
Relación Beneficio Costo	2.26
Productividad del fertilizante (kg/kg)	222.22
Jornales consumidos	235.98
Derrama por contratación jornales (\$)	70,382.73
Precio promedio por jornal	298.25
Millares de m <sup>3</sup> de agua	9.36
Productividad del agua (\$/m <sup>3</sup> )	23.08



### 3. RESULTADOS



# Multicompuertas

7,176.26 ha

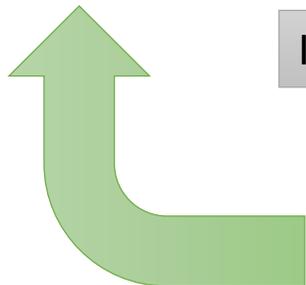


## Impactos obtenidos a nivel de módulo

Cultivo/Indicador	Ambiental-productivo		Productivo-social		Socioeconómico	
	Volumen ahorrado (Millar de m <sup>3</sup> /Ha) anualmente	Volumen ahorrado (Millar de m <sup>3</sup> ) anualmente	Producción adicional anual generada (t/ha)	Producción adicional anual generada (t)	Número de jornales adicionales contratados anualmente	Ingresos adicionales generados (Miles de \$)
<b>Sistema de riego con multicompuertas</b>						
Cacahuete	1.47	6,527.63	-	0	2,658.17	-
Alfalfa	1.36	3,011.31	0.19	409.63	2,589.46	983.10
Rye grass	0.90	469.35	-	0	260.75	21.90
Subtotal	1.39	10,008.29	0.06	409.63	192.04	961.20



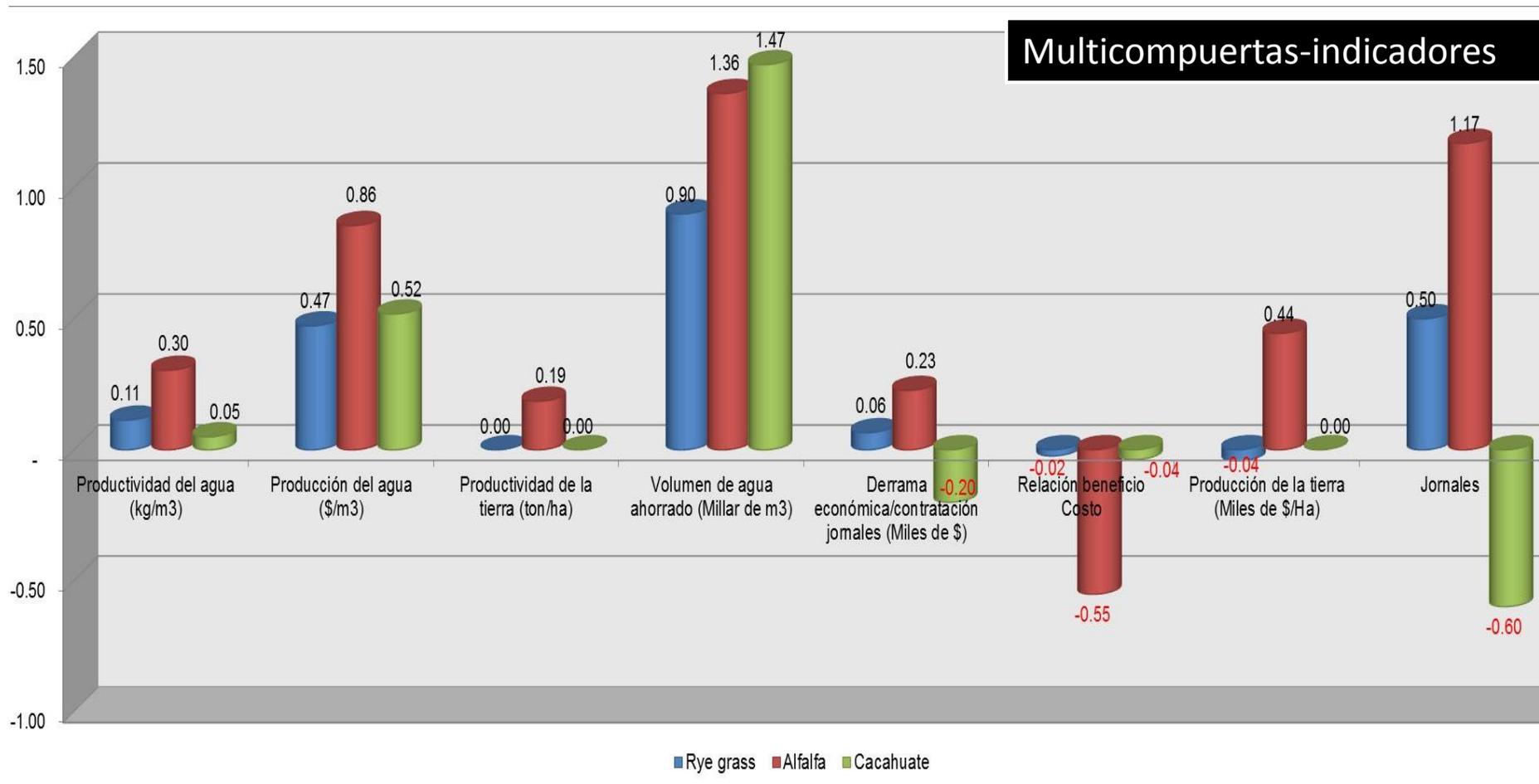
## Indicadores por cultivo. Ejemplo por hectárea de cacahuete



Indicadores por escenario	Escenarios comparativos		
	No Tecnificado	Tecnificado	Cambio
<b>Indicadores del agua y la tierra</b>			
Productividad del agua (kg/m <sup>3</sup> )	0.28	0.33	0.05
Producción del agua (\$/m <sup>3</sup> )	2.84	3.36	0.52
Productividad de la tierra (t/ha)	3.50	3.50	0.00
<b>Indicadores económicos</b>			
Utilidad bruta de la producción (\$/ha)	35,583.33	35,583.33	0.00
Utilidad neta de la producción (\$/ha)	22,288.10	22,124.03	-164.07
Relación Beneficio Costo	2.68	2.64	-0.04



# Impactos: cambio marginal por sistema de riego en la unidad (ha)



# Aspersión

1,837.09 ha

## Impactos obtenidos a nivel de módulo

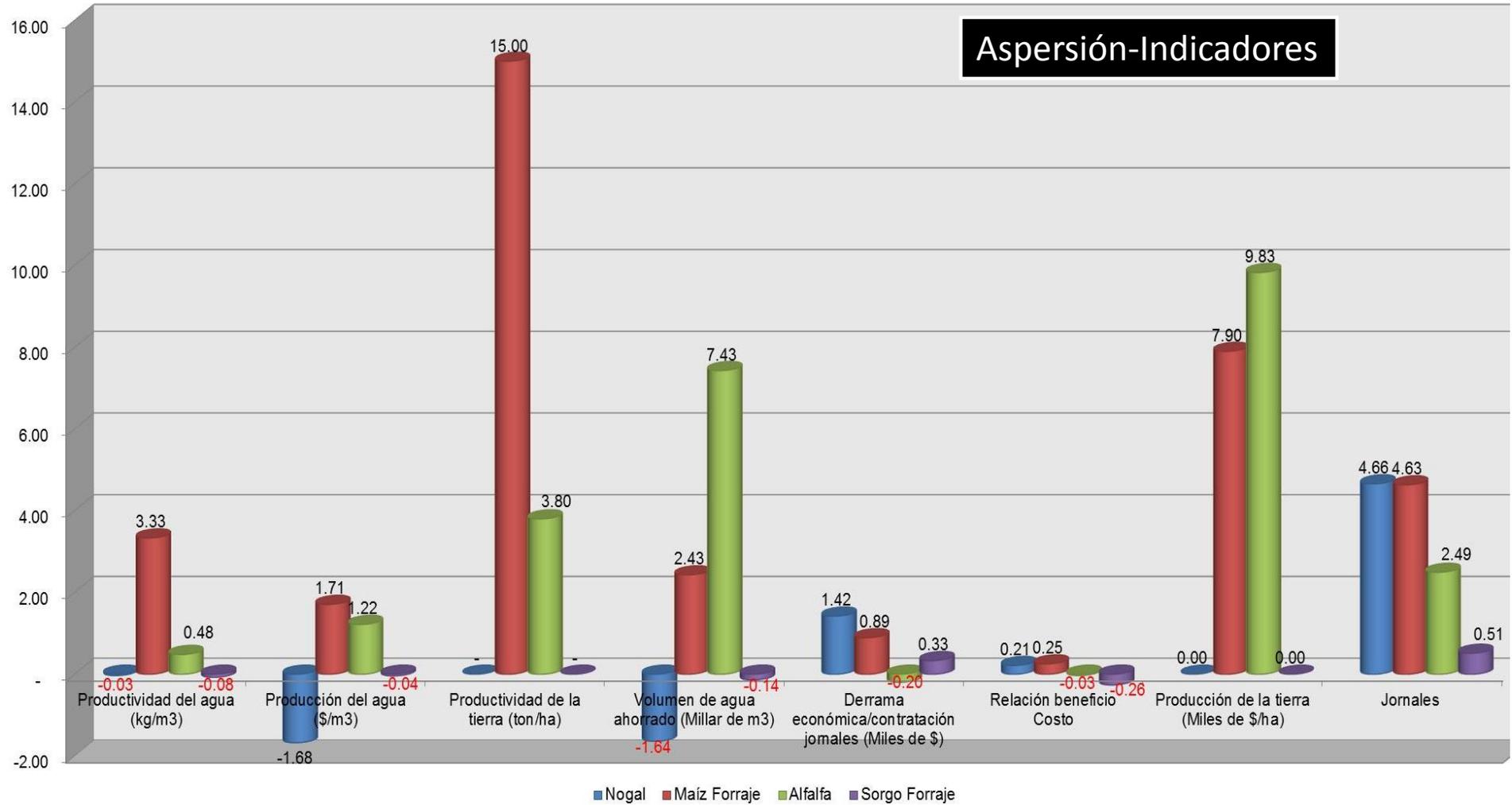
Cultivo/Indicador	Ambiental-productivo	Productivo-social	Socioeconómico	
	Volumen ahorrado (Millar de m3) anualmente	Producción adicional anual generada (ton)	Número de jornales adicionales contratados anualmente	Ingresos adicionales generados (Miles de \$)
Alfalfa	8,195.70	4,191.61	2,750.74	10,843.03
Nogal	- 1,203.82	-	3,419.38	-
Total	6,991.88	4,191.61	6,170.12	10,843.03

### Ejemplo en nogal

Indicadores por escenario	Escenarios comparativos		
	No Tecnificado	Tecnificado	Cambio
<b>Indicadores del agua y la tierra</b>			
Productividad del agua (kg/m <sup>3</sup> )	0.27	0.23	- 0.03
Producción del agua (\$/m <sup>3</sup> )	13.13	11.45	- 1.68
Productividad de la tierra (t/ha)	3.00	3.00	0.00
<b>Indicadores económicos</b>			
Utilidad bruta de la producción (\$/ha)	147,000.00	147,000.00	0.00
Utilidad neta de la producción (\$/ha)	88,053.00	92,710.00	4,657.00
Relación Beneficio Costo (RBC)	2.49	2.70	0.21



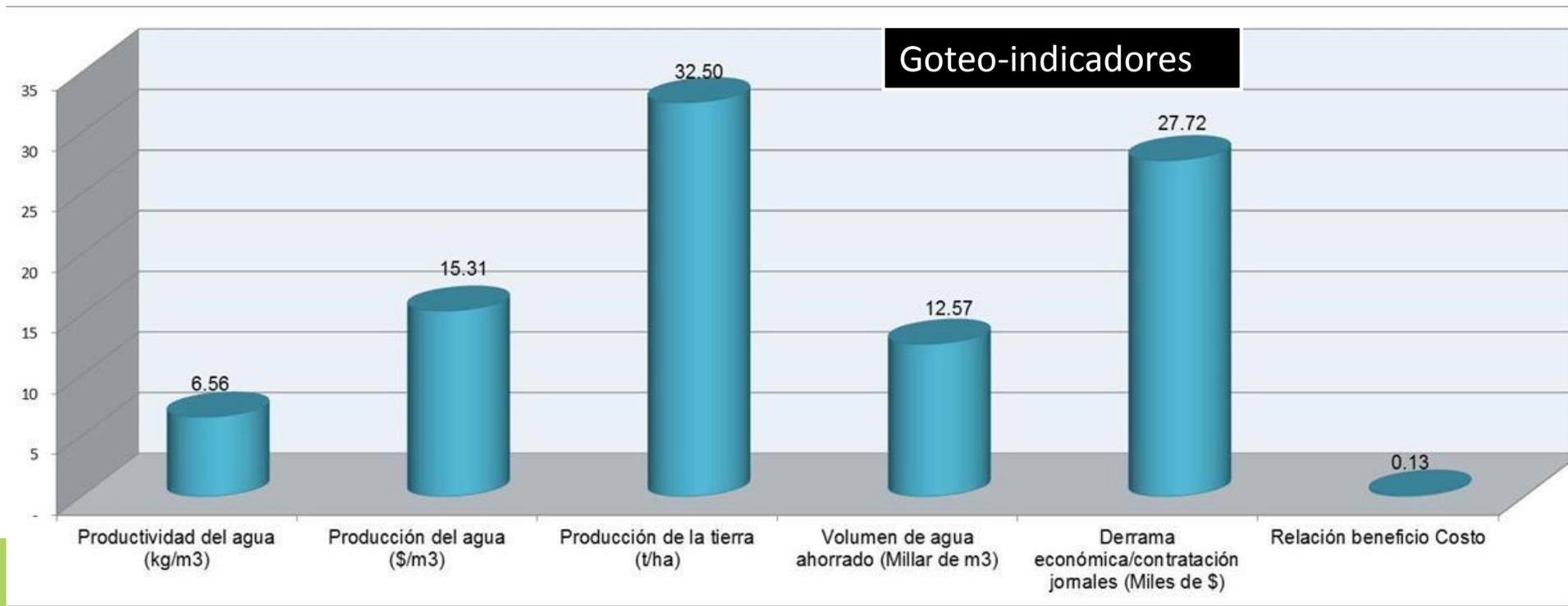
# Impactos: cambio marginal por sistema de riego en la unidad (ha)



# Goteo

3,694.20 ha

Cultivo/Indicador	Ambiental-productivo		Productivo-social		Socioeconómico	
	Volumen ahorrado (Millar de m <sup>3</sup> /Ha) anualmente	Volumen ahorrado (Millar de m <sup>3</sup> ) anualmente	Producción adicional anual generada (t/ha)	Producción adicional anual generada (t)	Número de jornales adicionales contratados anualmente	Ingresos adicionales generados (Miles de \$)
<b>Sistema de riego con goteo</b>						
Chile	12.57	46,453.93	32.50	120,061.46	604,646.43	113,094.25
Subtotal	12.57	46,453.93	32.50	120,061.46	604,646.43	113,094.25



# Indicadores integrales en el área de estudio

Cultivo/Indicador	Ambiental-productivo		Productivo-social		Socioeconómico	
	Volumen ahorrado (Millar de m <sup>3</sup> /Ha) anualmente	Volumen ahorrado (Millar de m <sup>3</sup> ) anualmente	Producción adicional anual generada (t/ha)	Producción adicional anual generada (t)	Número de jornales adicionales contratados anualmente	Ingresos adicionales generados (Miles de \$)
<b>Sistema de riego con multicompuertas</b>						
Cacahuete	1.47	6,527.63	-	0	2,658.17	-
Alfalfa	1.36	3,011.31	0.19	409.63	2,589.46	983.10
Rye grass	0.90	469.35	-	0	260.75	21.90
Subtotal	1.39	10,008.29	0.06	409.63	192.04	961.20
<b>Sistema de riego con aspersion</b>						
Alfalfa	7.43	8,195.70	3.80	4,191.61	2,750.74	10,843.03
Nogal	- 1.64	- 1,203.82	-	-	3,419.38	-
Subtotal	3.81	6,991.88	2.28	4,191.61	6,170.12	10,843.03
<b>Sistema de riego con goteo</b>						
Chile	12.57	46,453.93	32.50	120,061.46	604,646.43	113,094.25
Subtotal	12.57	46,453.93	32.50	120,061.46	604,646.43	113,094.25
Total marginal generado con la tecnificación	4.99	63,454.11	9.81	124,662.69	611,008.59	124,898.49
Valores unitarios por hectárea tecnificada		4.99		9.81		9.83



Área de atención

## 4. Conclusiones

***La integración de indicadores que consideren aspectos técnicos, económicos y sociales con participación del productor rural, desde su percepción y opinión objetiva, permite determinar el impacto de los cambios generados por la tecnificación y modernización del riego.***

La integración de indicadores determinados a partir de la participación y la percepción del productor rural con el uso de las guías de investigación de campo, que consideran aspectos sociales, técnicos, productivos y ambientales, generan una inmensidad de información en la que se detectan las relaciones entre variables y su efecto en aspectos específicos, así como las áreas de fortalezas y debilidades organizacionales y productivas,



Estudios comparativos como el aplicado, usando el enfoque de estudios de casos, son una parte clave del espectro de los métodos de investigación actualmente usados en la ciencia

El procedimiento seguido, aporta una forma sencilla en la obtención de información directa en campo, de tal modo, que los resultados se reflejan en indicadores de diagnóstico y seguimiento, que integran una base de información para análisis retrospectivo y prospectivo con mayor apego a la realidad.



**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.**

Fín de presentación