



Celaya, Guanajuato

2021

Mi Riego Productivo Ejercicio 2020 Evaluación de Impactos de la Tecnificación del Riego en Guanajuato



sdayr.guanajuato.gob.mx
Tel: 800 CAMPO GT (22676 48)

@SDAyR_GTO



Secretaría de
Desarrollo
Agroalimentario
y Rural



Diego Sinhue Rodríguez Vallejo

Gobernador Constitucional del Estado de Guanajuato

José Francisco Gutiérrez Michel

Secretario de Desarrollo Agroalimentario y Rural

Ing. Roberto Castañeda Tejeda

Subsecretario de Administración y Eficiencia de los Recursos Naturales del Sector Rural

Guillermo Zavala Alcaraz

Director General de Desarrollo de Aguas Agrícolas

Juan José de la Rosa Lepe

Director General de Planeación y Sistemas

Gustavo Magaña Sosa

Director de Tecnificación y Aprovechamiento del Agua Agrícola

Israel Elías Muñiz Díaz

Coordinador de Monitoreo y Evaluación



Sabiduría Rural

Directorio

Francisco Aguirre Pineda

Director

Mauricio García de la Cadena

Secretario

Enrique Alejandro Villarreal Ramírez

Tesorero

Gerardo Falcon Lucario

Coordinador de Evaluaciones

Colaboradores

Emilio Morales | Informática y estadística

Xóchitl Pérez | Pruebas en campo

Juan Antonio Reyes González | Coordinador Editorial

Trabajo de Campo

Rafael Durán Martínez | José Antonio Ríos Ruiz | José Ángel Torres Norebuena | Emilio Valencia Doñu | Adrián González Zaragoza | Erick Bernabé Rodríguez | José Luis Ñonthe Bondha | Jorge Alejandro Segura Jardón | Jesús Manuel Pérez Robledo | J. Guadalupe Cisneros Cárdenas | José Luis Rodríguez Ruiz | Hugo Francisco Moreno Vera | Daniel Sandoval Hernández | Rodolfo Galindo.

CONTENIDO

I.	Resumen ejecutivo	1
II.	INTRODUCCIÓN	3
III.	COBERTURA	8
IV.	DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN PÚBLICA	8
V.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO AGRÍCOLA EN EL ESTADO	40
VI.	EL PROGRAMA DE TECNIFICACIÓN DEL RIEGO EN GUANAJUATO	55
VII.	IMPACTOS DE LA TECNIFICACIÓN DEL RIEGO	89
VIII.	ANÁLISIS COMPARATIVO	147
IX.	HALLAZGOS.....	154
X.	CONCLUSIONES	156
XI.	RECOMENDACIONES	160
XII.	BIBLIOGRAFÍA	163
XIII.	ANEXOS	165
XIV.	Difusión de los Resultados de la Evaluación	175

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Número de pozos por acuífero	14
Gráfica 2.- Régimen de humedad de la superficie agrícola de Guanajuato.....	40
Gráfica 3.- Superficie de riego sembrada en Guanajuato (2012-2019)	44
Gráfica 4. Superficie de riego siniestrada (2012-2019).....	44
Gráfica 5.- Superficie de temporal siniestrada (2012-2019).....	45
Gráfica 6.- Valor de la producción agrícola total y por tipo de régimen de humedad	45
Gráfica 7.-Abatimiento de acuíferos en Guanajuato (2017 - 2018).....	53
Gráfica 8.- Déficit en Mm ³ por acuífero de Guanajuato	53
Gráfica 9.- Volumen de agua superficial concesionada	58
Gráfica 10. Volumen de agua subterránea concesionada	58
Gráfica 11. Abatimiento promedio anual por acuífero (2000-2016)	61
Gráfica 12. Déficit en los acuíferos de Guanajuato.....	62
Gráfica 13. Superficie anual apoyada por el Programa.....	62
Gráfica 14. Superficie apoyada por tipo de sistema de riego	63
Gráfica 15. Distribución de apoyos del Programa por tenencia de la tierra.....	63
Gráfica 16. Distribución de apoyos del Programa en riego por aspersión por tenencia de tierra	64
Gráfica 17. Distribución de apoyos del Programa en riego por compuertas por tenencia de tierra	64
Gráfica 18. Porcentaje de superficie apoyada en los 10 municipios principales (2010-2019)	65
Gráfica 19. Promedio de superficie beneficiada por productor (2010-2019).....	66
Gráfica 20 .-Porcentajes de pozos apoyados por año	70
Gráfica 21. Productores apoyados por año (2010-2019)	71
Gráfica 22. Número de productores beneficiados por municipio.....	71
Gráfica 23. Superficie apoyada por sistema de riego.....	72
Gráfica 24. Monto total ejercido por el Programa (2010-2019)	73
Gráfica 25. Porcentaje de apoyo por tipo de aportación	73
Gráfica 26. Costo (valor nominal) del sistema de riego por goteo (1998- 2019)	75
Gráfica 27. Costo (valor presente) del sistema de riego por goteo (1998-2019)	76
Gráfica 28. Monto de apoyo (valor presente) del sistema de riego por goteo (1998-2019).....	76
Gráfica 29. Costo (valor nominal) del sistema por aspersión (1998-2019).....	77
Gráfica 30. Costos y monto de apoyo (valor presente) del riego por aspersión (1998-2019).....	77
Gráfica 31. Costo y monto de apoyo (valor presente) del riego por compuertas (1996-2019).....	78
Gráfica 32. Metas físicas y presupuestales, riego por aspersión	79
Gráfica 33. Metas físicas y presupuestales en riego por goteo.....	80
Gráfica 34. Metas físicas y presupuestales en riego por compuerta	80
Gráfica 35. Metas físicas y presupuestales en riego por estanque	81
Gráfica 36. Metas físicas y presupuestales en línea regante	82
Gráfica 37. Horizonte de Monitoreo y Evaluación del Programa de Tecnificación de Riego (PTR).....	85
Gráfica 38. Ubicación de las Unidades de abandono parcial del sistema de riego por goteo.....	90
Gráfica 39. Tenencia de la tierra de las unidades de riego por acuífero	91
Gráfica 40. Número de pozos agrícolas por acuífero	91
Gráfica 41. Número de unidades de riego de la muestra apoyadas por municipio	92
Gráfica 42.- Frecuencia de los sistemas tecnificados de riego	93
Gráfica 43. Superficie por tenencia de la tierra en los sistemas de riego tecnificado.....	93
Gráfica 44. Unidades de riego apoyadas según tenencia de la tierra.....	94
Gráfica 45. Sistemas de riego por goteo según tenencia de la tierra	95
Gráfica 46. Sistema de riego por aspersión según tipo de tenencia	95
Gráfica 47. Sistema de riego por compuertas según tipo de tenencia.....	96

Gráfica 48. Sistemas de riego que contaron con asistencia técnica	97
Gráfica 49. Porcentaje de sistemas de riego que aplica fertirrigación.....	98
<i>Gráfica 50. Relación entre el rendimiento y eficiencia de aplicación del riego</i>	101
Gráfica 51. Eficiencias de aplicación y su frecuencia	105
Gráfica 52. Eficiencia de aplicación y su frecuencia relativa acumulada	105
Gráfica 53. Cuartiles de la eficiencia de aplicación	106
Gráfica 54. Eficiencia de Aplicación y frecuencia en Riego por Aspersión.....	106
Gráfica 55. Eficiencia de aplicación y su frecuencia relativa acumulada	107
Gráfica 56. Cuartiles de la eficiencia de aplicación en aspersión.....	107
Gráfica 57. Eficiencia de aplicación y su frecuencia en compuerta	108
Gráfica 58. Eficiencia de aplicación y su frecuencia relativa acumulada	109
<i>Gráfica 59. Cuartiles de la eficiencia de aplicación de Aspersión</i>	109
<i>Gráfica 60. Lámina de riego vs eficiencia de aplicación</i>	110
Gráfica 61. Coeficiente de uniformidad y frecuencia en riego por goteo.....	111
Gráfica 62. Coeficiente de uniformidad (frecuencia relativa acumulada)	112
Gráfica 63. Coeficiente de uniformidad (cuartiles).....	112
Gráfica 64. Frecuencia del coeficiente de uniformidad	113
Gráfica 65. Coeficiente de uniformidad (frecuencia relativa acumulada)	113
Gráfica 66. Cuartiles del Coeficiente de Uniformidad.....	114
Gráfica 67. Coeficiente de Uniformidad y su frecuencia en riego por compuertas.....	115
Gráfica 68. Coeficiente de Uniformidad y su frecuencia relativa acumulada en compuertas	115
Gráfica 69. Cuartiles del Coeficiente de Uniformidad en riego por Compuertas	116
Gráfica 70. Eficiencia de aplicación vs coeficiente de uniformidad	116
Gráfica 71. Láminas de riego y su frecuencia en riego por compuertas	117
Gráfica 72. Frecuencia relativa acumulada en Riego por compuertas	118
Gráfica 73. Variabilidad de los datos en la lámina de riego (cuartiles).....	118
Gráfica 74. Frecuencia de lámina en riego por aspersión.....	119
Gráfica 75. Lámina de riego y frecuencia relativa acumulada en riego por aspersión	119
Gráfica 76. Cuartiles de Lámina de riego aplicada en riego por aspersión.....	119
Gráfica 77. Lámina de riego por goteo y frecuencia	120
Gráfica 78. Lámina de riego y su frecuencia relativa acumulada.....	120
Gráfica 79. Cuartil de láminas aplicadas en riego por goteo	121
Gráfica 80. Tipo de producción apoyada por el Programa de Tecnificación de Riego	122
Gráfica 81. Producción de granos por tipo de sistema de riego	123
Gráfica 82. Proyectos de Explotación de Granos por Tenencia (Porcentaje)	123
Gráfica 83. Porcentaje de proyectos de granos, productores y superficie por tipo de tenencia	124
Gráfica 84. Costos promedio del sistema de riego para producción de granos	124
Gráfica 85. Producción de hortalizas por tipo de sistema de riego	125
Gráfica 86. Porcentaje de hortalizas, productores y superficie por tipo de tenencia	125
Gráfica 87. Costos promedio del sistema de riego en producción de granos y hortalizas	126
Gráfica 88. Superficie con sistemas de riego en alfalfa	127
Gráfica 89. Grado de escolaridad de los propietarios de riego.....	128
Gráfica 90. Promedio de experiencia en agricultura según grado de escolaridad del productor	128
Gráfica 91. Motivos para invertir en tecnificación del riego.....	129
Gráfica 92. Mecanismos de comercialización del Productor	129
Gráfica 93. Mercado destino de la producción	130
Gráfica 94. Percepción sobre los resultados actuales del proyecto	130
Gráfica 95. Principal logro obtenido por el proyecto de riego.....	131

Gráfica 96. Gestión del proyecto directamente por el propietario	131
<i>Gráfica 97. Actitud del propietario.....</i>	<i>132</i>
Gráfica 98. Nivel de organización de los propietarios.....	133
Gráfica 99. Nivel económico de los productores	133
Gráfica 100.- Tiempo de recuperación (año/ciclo) de las inversiones por sistemas de riego	137
Gráfica 101. Costos de producción por cultivo y costos de instalación de sistemas de riego	138
Gráfica 102.- Costos de producción y costos promedio de sistemas de riego (con subsidio)	139
Gráfica 103. Productividad en alfalfa	142
Gráfica 104. Productividad en maíz	142
<i>Gráfica 105. Demanda de agua por volumen de maíz grano (l/kg).....</i>	<i>143</i>
<i>Gráfica 106. Agua virtual de alfalfa en tres municipios</i>	<i>144</i>
<i>Gráfica 107. Agua virtual de brócoli de seis municipios.....</i>	<i>145</i>
<i>Gráfica 108. Motivos de las acciones de tecnificación de riego.....</i>	<i>146</i>
Gráfica 109. Incremento del rendimiento de cultivos con tecnificación de riego.....	147
Gráfica 110. Rendimiento promedio de los principales cultivos (antes y después del proyecto)	148
Gráfica 111. Tiempo promedio de riego (antes y después del proyecto).....	148
Gráfica 112. Cantidad promedio de riegos por ciclo agrícola	149
Gráfica 113. Destino del agua ahorrada con el sistema de riego.....	149
Gráfica 114. Superficie agrícola que no se cultiva en la unidad de riego	152
Gráfica 115. Sistemas de riego con cambios en sus cultivos	152
Gráfica 116. Rendimiento de los principales cultivos apoyados por el Programa.....	153

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Eficiencia del uso de agua por sector en Guanajuato.....	5
Cuadro 2. Análisis FODA del programa	26
Cuadro 3. Propuesta de Matriz de Indicadores de Resultados (MIR)	28
Cuadro 4. - Acuíferos del estado de Guanajuato	41
Cuadro 5.- . Distribución de volúmenes concesionados por fuente de abastecimiento y sector.....	43
Cuadro 6.- Valor de la producción agrícola de Guanajuato (2012-2019).....	46
Cuadro 7.- Superficie de cultivos con riego más importantes (2019)	46
Cuadro 8. Principales cultivos en superficie de riego (2012-2019).....	47
Cuadro 9.- Valor de la producción por cultivo en Guanajuato.....	47
Cuadro 10. Costos y utilidades esperadas por cultivos con tecnología BMF en Guanajuato	48
<i>Cuadro 11. Eficiencia de conducción en dos condiciones</i>	<i>50</i>
<i>Cuadro 12. Eficiencias de aplicación con diferentes métodos.....</i>	<i>51</i>
<i>Cuadro 13. Piezometría de los acuíferos de Guanajuato (2018).....</i>	<i>51</i>
<i>Cuadro 14. Características de los acuíferos del Estado de Guanajuato</i>	<i>67</i>
<i>Cuadro 15. Pozos apoyados por municipio (2010-2019).....</i>	<i>69</i>
<i>Cuadro 16. Apoyos del Programa por sistema de riego (2010-2019)</i>	<i>79</i>
<i>Cuadro 17. Evaluaciones externas conforme a la etapa del Programa.....</i>	<i>83</i>
<i>Cuadro 18. Complementariedad y coincidencias del Programa "Mi Riego Productivo"</i>	<i>86</i>
Cuadro 19. Justificación de la complementariedad del programa	87
<i>Cuadro 20. Resumen de montos de apoyo y pozos por sistema de riego</i>	<i>87</i>
<i>Cuadro 21.- Monto requerido para atender la demanda potencial.....</i>	<i>88</i>
Cuadro 22. Resultados de eficiencia en los tres sistemas tecnificados de riego	99
Cuadro 23. Prueba de las medianas de Kruskal- Wallis de la variable eficiencia de riego por tipo de riego	99
Cuadro 24. Comparación de las subpoblaciones por tipo de riego	100
Cuadro 25. Coeficiente de variación de las pruebas	100
Cuadro 26. Prueba de las medianas (Kruskal- Wallis) de la eficiencia de riego por tenencia de la tierra	100
<i>Cuadro 27. Resultado de ANVA para eficiencia global.....</i>	<i>102</i>
<i>Cuadro 28. Prueba de las medianas de Kruskal- Wallis de la variable eficiencia global de riego.....</i>	<i>102</i>
<i>Cuadro 29. Comparación de medias en eficiencia global de riego</i>	<i>103</i>
<i>Cuadro 30. Prueba de las medianas de Kruskal- Wallis de la variable eficiencia global de riego.....</i>	<i>103</i>
<i>Cuadro 31. Comparación de medias</i>	<i>103</i>
Cuadro 32. Análisis de rentabilidad para cultivos seleccionados.....	135
Cuadro 33.- Producción y rendimientos de cultivos seleccionados.....	136
Cuadro 34.- Valor de la producción para cultivos seleccionados de la muestra.....	136
Cuadro 35-. Beneficios económicos por la instalación de sistemas de riego en maíz y alfalfa	139
Cuadro 36.- Tasa Interna de Retorno por sistema de riego (con y sin subsidio).....	140
Cuadro 37.- Valor Actual Neto de las inversiones por sistema de riego en alfalfa y maíz (con y sin subsidio)	141
Cuadro 38.- Beneficio/costo de las inversiones por sistema de riego en alfalfa y maíz (con y sin subsidio)	141
<i>Cuadro 39. Ahorro de agua de riego en tres sistemas de riego en la muestra representativa.....</i>	<i>150</i>
Cuadro 40.- Calculo de costos de la perforación de un pozo profundo.....	150
<i>Cuadro 41. Consumo de energía en la producción con sistema de riego.....</i>	<i>151</i>

Acrónimos y siglas

BMF	Bombeo-Mejorada-Fertilizado
CEAG	Comisión Estatal del Agua de Guanajuato
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
CV	Coefficiente de variación
DGDAA	Dirección General de Desarrollo de Aguas Agrícolas
DTAAA	Dirección de Tecnificación y Aprovechamiento del Agua Agrícola
Efa	Eficiencia de aplicación
Efd	Eficiencia de distribución
mdp	millones de pesos
MIR	Matriz de Indicadores de Resultados
Mm3	Mega metros cúbicos (millones de metros cúbicos)
MML	Matriz de Marco Lógico
PEF	Presupuesto de Egresos de la Federación
PTR	Programa de Tecnificación de Riego del estado de Guanajuato (El Programa)
ROP	Reglas de Operación
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SAPA	Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León
SDAyR	Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural del Gobierno de Guanajuato
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
TIR	Tasa interna de retorno
UR	Unidad(es) de Riego
VAN	Valor Actual Neto

I. RESUMEN EJECUTIVO

Una de las principales preocupaciones del Estado de Guanajuato está referida a la situación crítica del agua, principalmente del agua subterránea. Al respecto, el Plan de Desarrollo del Estado de Guanajuato 2040 señala: **«Los problemas del agua en el estado de Guanajuato son el mejor ejemplo de lo insustentable que resulta extraerla de los mantos acuíferos (los cuales cada vez están más sobreexplotados y a una mayor profundidad), así como el gasto (de energía y recursos económicos) que implica proyectos de gran magnitud para conducirla desde otros estados.»**

Es claro que la situación es preocupante: se estima que existen alrededor de 15,378 aprovechamientos activos, de los cuales el uso agrícola representa 76%, el abastecimiento público 21% y la industria autoabastecida 3%, y en términos de extracción anual, el volumen es de 4,008 millones de metros cúbicos. De este volumen, el 84% lo extrae el uso agrícola, 13% para el abastecimiento público y 3% la industria autoabastecida. Además, el balance indica que en 2016 hubo una diferencia entre la extracción y la recarga de 921 hm³, y se advierte que el abatimiento de los acuíferos continúa. No obstante, los balances muestran que el déficit ha tenido una leve tendencia a la baja en los años recientes, y a partir de 2005 un comportamiento sostenido.

Los planes estatales a corto y mediano plazo se han propuesto hacer eficiente el consumo del agua en los sectores industrial, agrícola y de consumo humano, mediante la atención con una política estatal de mitigación que se ha implementado desde hace varios años. Así, el Plan de Gobierno del Estado de Guanajuato 2006-2012, en el Eje “Empresa, Empleo y Competitividad” establece las siguientes metas:

- *M1: tecnificar 58,000 ha, incluyendo aguas superficiales y subterráneas.*
- *M2: ahorrar 60 millones de metros cúbicos por la instalación de sistemas de riego en aguas superficiales.*

El Gobierno del Estado de Guanajuato, después de llevar a cabo las evaluaciones pertinentes al tema de irrigación, desea conocer, mediante la presente evaluación, el diagnóstico de la situación actual que guarda la tecnificación del riego y los impactos que ha generado en: el sector agroalimentario en el estado; la superficie que se riega con agua subterránea y que ha sido beneficiada mediante programas de apoyo estatales; y generar elementos de juicio para la mejora de las políticas públicas destinadas al manejo sustentable del agua en el sector agroalimentario.

La presente evaluación contiene los principales hallazgos, resultados de los indicadores de resultados, indicadores de gestión, grados de satisfacción de los beneficiarios, hallazgos y recomendaciones, del programa de tecnificación de riego.

Las principales conclusiones de la evaluación de impacto, generadas a partir del análisis de una muestra representativa de 140 Unidades de Riego y sus productores, son:

- El 72% de los sistemas de riego incrementaron los rendimientos de sus unidades de producción. Se destaca que los principales cultivos que apoya el programa Mi Riego Productivo, tuvieron un alto incremento en su rendimiento: maíz se incrementó un 46% (de 9 a 13 ton/ha), fresa 102%, alfalfa 41% y frijol 76%.
- El 46% de los propietarios de riego tienen un grado de escolaridad menor que la primaria, por lo que se recomienda que el componente Mi Riego Productivo se articule con otros componentes y programas que otorguen capacitación y acompañamiento técnico en el manejo de los sistemas de riego tecnificado. Esto permitirá incrementar la probabilidad de éxito de los proyectos apoyados por el Programa. Otro factor importante a considerar es el envejecimiento de los propietarios, ya que la edad promedio es 60 años. Además, los propietarios que no tienen estudios tienen una edad promedio de 72 años, y manifiestan tener cerca de 50 años de experiencia en agricultura. Estas experiencias, combinadas con nuevas técnicas en los procesos de riego tecnificado, podrían aumentar el impacto del Programa.
- El 93% de los productores manifestaron tener una percepción satisfactoria del Programa, lo cual se traduce en uno de los resultados positivos derivados de la presente evaluación. De este universo, destacaron que su principal logro fue el incremento de la producción (75%), así como la disminución de costos (12%) y la mejora de la calidad de la producción (8%).
- En promedio, antes de la implementación del proyecto de tecnificación de riego las horas de riego eran 58.7; después de implementar el proyecto el tiempo se redujo a un promedio de 26.1 h (32.5 h de reducción; 55%), logrando una eficiencia con la tecnificación del riego.
- Por otra parte, la cantidad promedio de riegos se duplicó después del proyecto: de 6.4 a 12.8 riegos. Este comportamiento pudiera implicar que una eficiencia en el sistema de riego no necesariamente disminuye el volumen de agua total utilizado en el ciclo del cultivo y, por lo tanto, logre la reducción de la sobreexplotación de los acuíferos.
- El 24% de los entrevistados señaló que el agua ahorrada por el proyecto de tecnificación de riego se destinó a incrementar la superficie de riego. Este resultado es muy importante para establecer mecanismos de control en la normatividad del programa, orientado a resolver el problema principal y los efectos que derivan.
- El programa también podría promover la sinergia y coordinación con otras estrategias gubernamentales que promueven la comercialización de las cosechas de los sistemas de riego. Se destaca que el 28% los productores comercializan por contrato, y que en el 14% el mercado es internacional. Entre los principales cultivos se encuentran: brócoli, pepino, fresa, apio y lechuga.

II. INTRODUCCIÓN

El Estado de Guanajuato tiene casi 1.2 millones de hectáreas dedicadas a la agricultura, de las cuales se siembran anualmente alrededor de 950,000 ha; poco más de una tercera parte de la superficie. De acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), aproximadamente 416,690 ha son tierras de riego, tanto de gravedad como de aguas subterráneas.

La Dirección General de Desarrollo de Aguas Agrícolas (DGDA) de la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural del Gobierno de Guanajuato (SDAyR) es la instancia responsable de coordinar las acciones para incrementar la productividad del agua en la agricultura, así como elevar la eficacia y eficiencia de aplicación mediante la instalación de sistemas tecnificados de riego. La DGDA se ha dado a la tarea de realizar una evaluación del impacto del Programa para la tecnificación de riego, en relación a la reducción del abatimiento de los mantos acuíferos, para que sirva de apoyo en el diseño de nuevas estrategias y políticas públicas que contribuyan a generar resultados positivos e indicadores, que sirvan tanto para determinar el grado de cumplimiento del Programa así como de la aportación a los objetivos del Programa de Gobierno 2018 -2024 y el Plan Estatal de Desarrollo 2040 del Gobierno del Estado de Guanajuato.

Antecedentes

El Gobierno del Estado de Guanajuato ha venido implementando la reglamentación de sus diferentes programas de apoyo, y entre sus principales acciones se encuentra la evaluación de programas, con especial énfasis a los destinados al desarrollo social. En este contexto, la SDAyR, en concordancia con esta directriz, ha generado Reglas de Operación (RO) en cada ejercicio fiscal para los programas que lo ameriten, incluyendo los clasificados en el rubro de desarrollo social.

Dentro de los lineamientos comunes contenidos en las RO de los programas a cargo de SDAyR en el ejercicio 2020, se encuentra el apartado “Mecanismos de Evaluación del Programa”. Esto conforma el eje rector para el análisis del diseño, la operación, los resultados, impactos y/o percepción social, basados en la Matriz de Marco Lógico de cada programa. Asimismo, establece como mandato que las unidades responsables de la operación de los programas atiendan y den seguimiento a las recomendaciones que se deriven de su evaluación.

La evaluación de los programas gubernamentales apoya y sirve de fundamento para la toma de decisiones, fortalece la responsabilidad de los gobiernos, contribuye a una asignación más eficiente de los recursos públicos y a la armonización de la contabilidad pública. Además, facilita nuevas decisiones presupuestarias, propone recomendaciones, modificaciones o ajustes a los programas sociales durante su ejecución, y contribuye a mejorar su desempeño.

Derivado de lo anterior, y con la finalidad de identificar los impactos del Programa, se realiza la presente **“Evaluación de Impactos de la Tecnificación del Riego en el Estado de Guanajuato”**, para contribuir en la toma de decisiones de su planificación e implementación, abordando, principalmente, los indicadores de impacto del Programa en las unidades de producción beneficiadas con la tecnificación del riego.

La evaluación se realizó mediante la aplicación de encuestas a beneficiarios, determinación en campo de las eficiencias de agua de riego, entre otras metodologías que serán detalladas más adelante, con la finalidad de medir el grado de cumplimiento de los objetivos del Programa, la contribución al cumplimiento de los objetivos del Programa de Gobierno 2018-2024 y del Plan Estatal de Desarrollo 2040 del Gobierno del Estado de Guanajuato.

Descripción de la problemática del agua para uso agrícola

El estado de Guanajuato cuenta con 20 acuíferos, de los cuales 19 (95%) están sobre explotados, según lo indica el Programa Estatal Hidráulico, y es el sector agrícola el que más contribuye al volumen de uso del agua.

La superficie de riego con aguas subterráneas en la entidad es de aproximadamente 250,000 ha, lo que, aunado a las bajas eficiencias en riego, causan un desequilibrio entre la recarga y la extracción. De ahí que en 19 de los acuíferos 20 que tiene Guanajuato, las evidencias de sobreexplotación —al menos desde 1976— han obligado a imponer vedas para la conservación del recurso. En efecto, el excesivo ritmo de extracción de agua con relación a la recarga de los mantos freáticos origina descensos que van de 1 a 4 m/año en los niveles de los acuíferos.

Bajo este contexto es que se aplica el **Programa “Mi Riego Productivo”**, con el objetivo primordial de reducir las pérdidas de agua e incrementar la productividad agrícola en las áreas bajo riego. Ello con base en proyectos que incluyan la instalación de sistemas tecnificados de irrigación y fertilización, que permitan revertir la tendencia de sobreexplotación de mantos acuíferos, y hacer un uso y manejo

eficiente del agua, así como reducir los costos de energía eléctrica y fertilizantes e incrementar los rendimientos.

Objetivo del Programa a Evaluar

Con base en datos de la Comisión Estatal del Agua en Guanajuato, en la extracción de aguas subterráneas se emplean 15,375 pozos, que representan el 20% del total nacional. De ellos, el 76% son para uso agrícola, el 21 % están destinados al uso doméstico y abrevadero, y el restante 3% es para uso industrial. Se estima que el 80% de los pozos opera con eficiencias menores al 50%, debido al mal funcionamiento de los equipos electromecánicos, lo que implica mayor desgaste y alto consumo de energía eléctrica.

En cuanto a la eficiencia de uso de agua por sector, de acuerdo con la SDAyR, el agrícola es el que tiene el nivel más bajo: 50%; seguido del Público Urbano, con 58%, y el Industrial, que tiene 85% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Eficiencia del uso de agua por sector en Guanajuato

Sector	Agrícola	Público- Urbano	Industrial
Eficiencia (% promedio)	50 %	58 %	85 %

Fuente: Uso público-urbano, Comisión Estatal del Agua de Guanajuato, con datos de 2016; uso agrícola e industrial, Comisión Nacional del Agua y Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural, con datos de 2015.

Es importante señalar que esta situación genera grandes impactos en el uso del agua en la entidad, en tanto que el recurso hídrico utilizado por el sector agrícola supera más de 85% del total disponible. Ello a pesar de las acciones —como tecnificar el riego para la agricultura— implementadas con la finalidad de incrementar la eficiencia.

Corregir esta situación en la agricultura demanda una fuerte inversión económica para tecnificar la superficie destinada a cultivos bajo esta modalidad. La SDAyR calcula que para 2030 se tecnificarán un total de 150 mil hectáreas. Sin embargo, el panorama se complica por la disponibilidad presupuestal y el encarecimiento de los insumos necesarios para realizar estas acciones. Vale la pena mencionar que la tecnología de riego actual ofrece posibilidades de ahorro de agua de 2,000 m³/ha en sistemas de compuerta, de 2,500 en aspersión, y de 3,000 por goteo.

A 22 años de la puesta en marcha de los programas de Alianza para el Campo, donde se integró el programa de Tecnificación del Riego en el Estado de Guanajuato, y hoy a través del Programa Mi Riego

Productivo, con recurso 100% estatal, existe la inquietud de conocer la contribución que ha tenido el Programa en el ahorro de agua y energía eléctrica en las unidades de producción apoyadas.

Si bien se cuenta con una base de datos completa en la Dirección de Tecnificación y Aprovechamiento del Agua Agrícola, no se tiene información de la situación actual en que se encuentran los sistemas apoyados. Así, se desconoce si esos sistemas siguen operando, si ya cumplieron su vida útil, si los sistemas de riego por goteo fueron abandonados, si aplican fertilización a través del sistema, si cuentan con algún tipo de asistencia técnica, entre otros aspectos relevantes. De igual manera, se desconoce, entre otras características, lo siguiente: a) el estrato económico de productores que se ha quedado rezagado en el uso eficiente de agua; b) las zonas con mayor escasez de agua; c) los cambios en los niveles estático y dinámico de los acuíferos; y d) si ha disminuido el caudal de los pozos a través del tiempo. Toda esta información es básica para poder reorientar las políticas públicas y lograr un mayor impacto en la sustentabilidad del recurso hídrico y en la economía de los beneficiarios.

Para cubrir lo anterior, se planteó realizar una evaluación de carácter técnico, en la que se contemplaran mediciones directas en campo y en los pozos apoyados, a fin de determinar el impacto que ha tenido el otorgamiento de los apoyos y cuál es la situación actual en que se encuentran los productores que fueron beneficiados. Esto también permitió generar un panorama claro de atención a aquellos que no han accedido a los apoyos del Programa.

Propósito del Programa

El Propósito (Objetivo General del Programa), es contribuir a revertir la tendencia de sobre explotación de los mantos acuíferos e incrementar la productividad en las zonas de riego, mediante la instalación de sistemas de irrigación que permitan hacer una aplicación eficiente del agua.

Para cumplir con su objetivo general, el Programa tiene dos componentes:

- Apoyos para la tecnificación de riego de la superficie agrícola otorgados.
- Apoyos para la nivelación de la superficie agrícola otorgados.

Es claro que las RO 2020 de Mi Riego Productivo abarcan aguas superficiales y subterráneas, pero en la presente evaluación se evaluó únicamente la eficiencia de los sistemas de riego tecnificado utilizado en la superficie de riego con aguas subterráneas, y así obtener evidencias de la virtud de la estrategia en cuanto a resultados e impactos.

Objetivo de la Evaluación de Impacto

El objetivo de la presente evaluación fue elaborar un diagnóstico de la situación actual que guarda la tecnificación del riego y los impactos que ha generado en el sector agroalimentario en el estado, en la superficie que se riega con agua subterránea y que ha sido beneficiada mediante programas de apoyo por parte del estado, y generar elementos de juicio para la mejora de las políticas públicas destinadas al manejo sustentable del agua en el sector agroalimentario.

Objetivos Específicos de la Evaluación

Los objetivos específicos de la evaluación fueron:

1. Analizar el nivel de contribución de la tecnificación del riego en el ahorro de agua y de energía.
2. Identificar los beneficios económicos globales, la rentabilidad de las unidades de riego apoyadas, e impactos ambientales, que se han generado debido a la tecnificación del riego.
3. Identificar el estatus actual de la superficie tecnificada con sistemas de riego, y estimar el nivel de inversión requerido para mantener altas eficiencias en el uso del agua.
4. Identificar el estrato económico de productores que han sido apoyados.
5. Identificar áreas de oportunidad para mejorar la eficiencia del riego en Guanajuato.

III. COBERTURA

El problema del agua es generalizado en todo el estado, por lo que el Programa abarca el territorio con agricultura irrigada con aguas subterráneas. Esto representa el tema de investigación de este trabajo, en donde el productor es el actor principal. Las Reglas de Operación 2020 del Programa señalan:

- **Unidad de Producción.** Definida como las personas físicas o morales dedicadas a la producción agroalimentaria en el estado de Guanajuato.
- **Unidad de Riego.** Referida por la superficie compuesta por una o más parcelas con la misma fuente de abastecimiento de agua, que independientemente del número de personas propietarias, utiliza una infraestructura en común para la aplicación del riego.

El análisis de los conceptos “Unidad de producción” y “Unidad de riego” se presentará en la sección de Análisis de la Matriz de Indicadores de Resultados (MIR). También se generan recomendaciones.

IV. DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN PÚBLICA

Justificación

El desarrollo integral del estado de Guanajuato ha generado un incremento poblacional, y la modificación de las condiciones de vida a través de nuevos asentamientos humanos cuyos servicios incluyen el abastecimiento de agua potable y la demanda de alimentos. Lo anterior se acentúa en los municipios del corredor industrial, dando pauta al crecimiento de localidades con una población superior a los 5,000 habitantes; lo cual a su vez se refleja en un aumento en la producción agrícola — una de las actividades con mayor consumo de agua—.

Dado que la actividad agrícola es la principal consumidora de agua subterránea y es la que presenta el mayor potencial de incrementar la eficiencia y generar grandes ahorros, es de donde surge la alternativa de tecnificación del riego como una acción viable e importante, enfocada a cambiar las tendencias de abatimiento de mantos acuíferos.

Problemática

La agricultura de riego en el estado de Guanajuato se ha desarrollado principalmente en la zona denominada El Bajío, que está formado por conjunto de fértiles valles escalonados ubicados entre

Querétaro y Jalisco. Desde los años sesenta del Siglo XX hasta la fecha, esa región ha registrado un doble proceso de modernización agroindustrial. Con base en el trabajo presentado en Estudios Agrarios por Marañón, en la evolución de la agricultura de Guanajuato se distinguen dos procesos que detonaron el desarrollo:

- 1) *Proceso endógeno*, que comprendió las décadas de los sesenta y setenta del Siglo XX y estuvo basado principalmente en la producción de alimentos balanceados para la industria avícola y porcícola, y en la fabricación de harina de trigo bajo el predominio de empresas transnacionales (Ralston Purina, Anderson y Clayton). El objetivo era abastecer a los grandes centros urbanos, en donde sectores medios y populares experimentaban un sostenido crecimiento del ingreso real. En esta etapa se alteró el paisaje agrario en un sentido comercial, pues los cultivos dominantes —frijol y maíz— perdieron importancia ante el avance del sorgo, materia prima para la elaboración de alimentos balanceados (Gómez Cruz y Perales, 1981).
- 2) *El proceso exógeno o agroexportador no tradicional*, que comenzó alrededor de 1980 con la adopción del modelo neoliberal, y se centró en la exportación masiva de productos hortícolas congelados a cargo de empresas transnacionales y de productores nacionales integrados. En este periodo se reforzó el dominio de la agricultura por la industria a través de los contratos de producción y el vínculo a mercados externos exigentes en cuanto a calidad, cantidad y oportunidad de entrega. Además, como respuesta a un crecimiento de la demanda por frutas y hortalizas, especialmente frescas en los países desarrollados, se registró un despegue de la agroexportación no tradicional, pasando entre 1980 y 1998 la superficie cultivada hortícola de 10,000 a 70,000 ha, y un valor de exportación de 10 a 170 millones de dólares. Los antecedentes de esta fase se ubican en los años 1950 con la exportación de fresas congeladas, y una década más tarde con la instalación de empresas para producir vegetales congelados (brócoli y coliflor) y frescos (ajo y espárrago), así como de otras empresas para la elaboración de conservas de hortalizas.

Estos dos procesos modernizadores del desarrollo de Guanajuato se hicieron sin control sobre el uso del agua, por lo que derivaron en un impacto negativo sobre su disponibilidad a nivel subterráneo: la sobreexplotación fue la base para el crecimiento de la superficie agrícola bajo riego. Entre los años sesenta y noventa del siglo pasado, la superficie irrigada guanajuatense creció de manera importante, pasando de 135,900 a 473,900 hectáreas. En esos años ya estaban construidas las principales obras de aguas superficiales que incorporaban 112,000 ha de riego (Orive, 1970), de tal suerte que es posible afirmar que la expansión de la agricultura se hizo principalmente a través de un uso intensivo de los

acuíferos, hasta el punto en que Guanajuato se ha convertido en el estado con mayor número de pozos a nivel nacional y que el 95% de sus acuíferos estén sobreexplotados.

La expansión agrícola de Guanajuato en zonas de riego con aguas subterráneas no tomó en cuenta la capacidad de carga de los mantos acuíferos, por lo que el déficit hídrico en el estado fue de 41.8 a 47.4% entre 1977 y 1994, situándose los espejos de agua por debajo de los 150 m de profundidad, con un ritmo de aumento de profundidad de 1 a 3 m/año.

En cuanto a la expansión de la superficie agrícola, principalmente de riego con agua subterránea, ésta se sigue presentando en Guanajuato pese a la sobre explotación de los acuíferos. En 2001, Guanajuato tenía una superficie agrícola aproximada de 1.2 millones de hectáreas, de las cuales se irrigaban el 34% y el 66% eran de temporal. De la superficie irrigada, el 60% empleaba agua del subsuelo mediante la operación de 11,603 pozos agrícolas, lo que representaban 408 mil hectáreas de riego, de las cuales 244.8 mil hectáreas eran de agua subterránea (SAGARPA, 2002). Con cifras del Programa Estatal Hidráulico de Guanajuato, publicado en 2018 (17 años más tarde), la superficie agrícola pasó de 1.2 a 1.48 millones de hectáreas (aumento de 23%) y la superficie de riego con agua subterránea pasó de 244.8 mil a 375 mil hectáreas (aumento de 53%).

Por su parte, la Comisión Estatal del Agua en Guanajuato señala que el volumen de extracción de agua subterránea para uso agrícola se incrementó 13% al pasar de 2,924 a 3,378 Mm³/año (1999 a 2017).

Política Pública Nacional

Para fines de administración del agua en el país, el territorio se ha dividido en 757 cuencas referentes para aguas superficiales y en 653 acuíferos para aguas subterráneas. De estos últimos, 105 acuíferos (16%) están sobreexplotados (CONAGUA, 2018a). El mayor uso del agua en México es el agrícola, con un 76% del total concesionado para uso consuntivo. Para el año 2017 la superficie sembrada bajo riego fue de 6.5 millones de hectáreas, de las cuales un poco más de la mitad se ubicaron en 86 distritos de riego, y el restante en más de 40 mil unidades de riego.

Además del gran déficit de agua para la producción agrícola, México es un importador neto de “Agua Virtual”: 37,357 hm³ (CONAGUA 2017). El concepto de “Agua Virtual”, está referido a la cantidad de agua empleada en el proceso productivo de un bien o servicio. Por ejemplo, México importa

anualmente agua virtual mediante la importación de 15 millones de toneladas de maíz, considerando la cantidad de agua requerida para producir cada tonelada de ese maíz.

Ante la situación de sobre explotación del agua, en 1998 el Gobierno Federal puso en marcha el Programa Tecnificación del Riego como un componente del Programa Alianza para el Campo. Esto consistía en apoyar a los productores agropecuarios en la adquisición de activos productivos con el objetivo de mejorar la productividad agrícola y aumentar el empleo rural. Las secretarías de agricultura estatales administraron los componentes y programas de Alianza para el Campo, con la estrecha colaboración de las delegaciones estatales de la Secretaría de Agricultura del Gobierno Federal.

Los objetivos del Programa de Tecnificación del Riego tenían como fin “contribuir a revertir la tendencia de sobreexplotación de los acuíferos, reducir el consumo de agua y energía eléctrica e incrementar la rentabilidad de las unidades de producción agropecuaria” (FAO, 2000).

En la Evaluación de Consistencia y Resultados realizada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social al Proyecto Estratégico de Tecnificación del Riego, se hicieron los siguientes hallazgos (CONEVAL, 2012):

- El problema que da origen al Proyecto es el incremento en el número de acuíferos sobreexplotados, aunque su operación no se orienta al riego con aguas originadas en tales acuíferos.
- Se parte del supuesto de que la tecnificación del riego se asocia tanto a mayor productividad como a menor uso del agua, lo cual no siempre es cierto; por una parte, en un medio donde el factor limitante para la agricultura es el agua y no el suelo, el productor con posibilidades de hacerlo, al tecnificar el riego aumenta la superficie sembrada, por lo que el consumo total de agua se mantiene en el mejor de los casos y tiende más a aumentar que disminuir, por lo que no significa ningún alivio a la sobreexplotación de acuíferos.
- Algunos sistemas de riego tecnificado aportan más al ahorro de mano de obra que al de agua.
- La premisa de que, a mayor tecnificación, menor consumo de agua, debe acotarse en función de la orientación del diseño de la técnica a usar, las técnicas usadas previamente, la concurrencia de acciones tendientes al aumento de la eficiencia en el uso agrícola del agua y la diversidad de condiciones entre productores y zonas agrícolas del país.
- El Proyecto significa para los productores de alto nivel de activos una forma de reponer o extender sus sistemas de riego con recursos públicos, mientras para los de bajo nivel de activos es un salto

tecnológico en el riego agrícola, con mayor potencial de reducción del gasto de agua, tanto por la menor eficiencia del sistema previo, como por sus limitaciones para ampliar la superficie sembrada.

Las conclusiones resultan interesantes, especialmente porque apunta a que la tecnificación del riego no necesariamente significa disminuir la extracción de agua subterránea. Lo anterior debido a que se presentan cambios de cultivo e incrementa la superficie de riego. Por otro lado, la CONEVAL hace notar la diferenciación del estrato social y que, para los productores de alto nivel de activos, significa una oportunidad; mientras que para los productores de bajo nivel representa un salto tecnológico. Para estos últimos, ese ajuste no necesariamente es fácil y requiere de un esfuerzo adicional para adaptarse al cambio e integrarse de lleno al sistema económico nacional.

El Presupuesto de Egresos de Federación (PEF) para el ejercicio fiscal 2020 no contempla el Programa de Concurrencia con Entidades Federativas, por lo que el Gobierno del Estado de Guanajuato decidió continuar con las acciones definidas en el Programa de Tecnificación de Riego, creando el Programa Mi Riego Productivo. Así, el Programa opera exclusivamente con presupuesto del Gobierno del Estado de Guanajuato y la aportación de los productores que participan en él.

Política Pública Estatal

El Plan Estatal de Desarrollo 2040 Guanajuato, señala que los problemas del agua en el estado son el mejor ejemplo de lo insustentable que resulta extraerla de los mantos acuíferos (los cuales cada vez están más sobreexplotados y a una mayor profundidad), así como el gasto (de energía y recursos económicos) que implican los proyectos de gran magnitud para conducirla desde otros estados. Es una situación alarmante que pone en riesgo el abasto de consumo de agua para los diversos usos: urbano, agrícola e industrial. Por su parte, la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial de Guanajuato interpreta el abatimiento de acuíferos como una situación de riesgo por la reducción en el abasto de agua para consumo urbano debido a la sobreexplotación de los acuíferos.

Esta situación del agua en la entidad ya se está atendiendo como parte de una política estatal de mitigación desde hace varios años. Como ejemplo, en el Plan de Gobierno del Estado de Guanajuato 2006-2012, en el Eje “Empresa, Empleo y Competitividad” se establecieron las siguientes metas:

- *M1: tecnificar 58,000 ha, incluyendo aguas superficiales y subterráneas.*

- *M2: ahorrar 60 millones de metros cúbicos por la instalación de sistemas de riego en aguas superficiales.*

El contexto nacional y el sistema económico del neoliberalismo, tuvo como uno de sus efectos principales en el medio rural el desmantelamiento de las estructuras de servicio. Como resultante, la actividad agrícola pasó a ser un negocio de escala y dimensión. De esta forma, los casos más exitosos de uso del agua encontrados en la presente evaluación estuvieron en empresas organizadas y con estructura operativa. En cambio, las unidades pequeñas adolecen de muchas fallas y limitantes, que provocaron que el 21% de los casos los sistemas de riego estuviesen con subutilización.

Douglas C. North, Premio Nobel de Economía 1993, citado por Gordillo en 2016, formuló la teoría de “Dependencia del Sendero”, enuncia que todo cambio económico trae consigo inercias que impiden la operación eficiente de la propuesta de cambio, y que esta se presenta en tres niveles, a saber:

1. **Inercia Institucional** - Reproduce la división de funciones entre la política de protección social y la política de fomento productivo.
2. **Inercia Agentes Gubernamentales** - Cada agencia gubernamental asume la división del trabajo para implementar un cambio y a su vez elude toda forma de articulación de programas y proyectos. En efecto, en Guanajuato existen varias instancias que atienden el tema del agua subterránea: CONAGUA Federal, CFE federal, Comisión Estatal del Agua y SDAyR, pero no se encontró que hubiera puntos de interacción y colaboración sólidos.
3. **Inercia de los Beneficiarios** - Se presenta como un oficio de recolectores de rentas institucionales de programas fragmentados. En la presente evaluación, se encontraron casos donde los productores establecieron un sistema tecnificado para aprovechar el subsidio.

De esta forma, a partir de la evaluación del programa se encontraron elementos que remiten a la teoría de la “Dependencia del Sendero”.

Programa de Tecnificación del Riego en Guanajuato

Con el paso de los años, el Programa ha ido evolucionando en nombre, pero mantiene los objetivos. Actualmente, bajo el nombre de “Mi Riego Productivo”, es un programa de apoyo totalmente estatal y la población potencial beneficiaria, definida en el Artículo 8 de las RO 2020, son “Unidades de producción agrícola que cuentan con superficie de riego; en tanto que la población objetivo, de acuerdo al Artículo 9, está representada por “40,000 unidades de producción agrícola que cuentan con

superficie de riego con agua subterránea”. La población beneficiaria directa para 2020 es de 1,100 unidades de producción agrícola que cuentan con superficie de riego con agua subterránea y que cumplen con los requisitos de acceso.

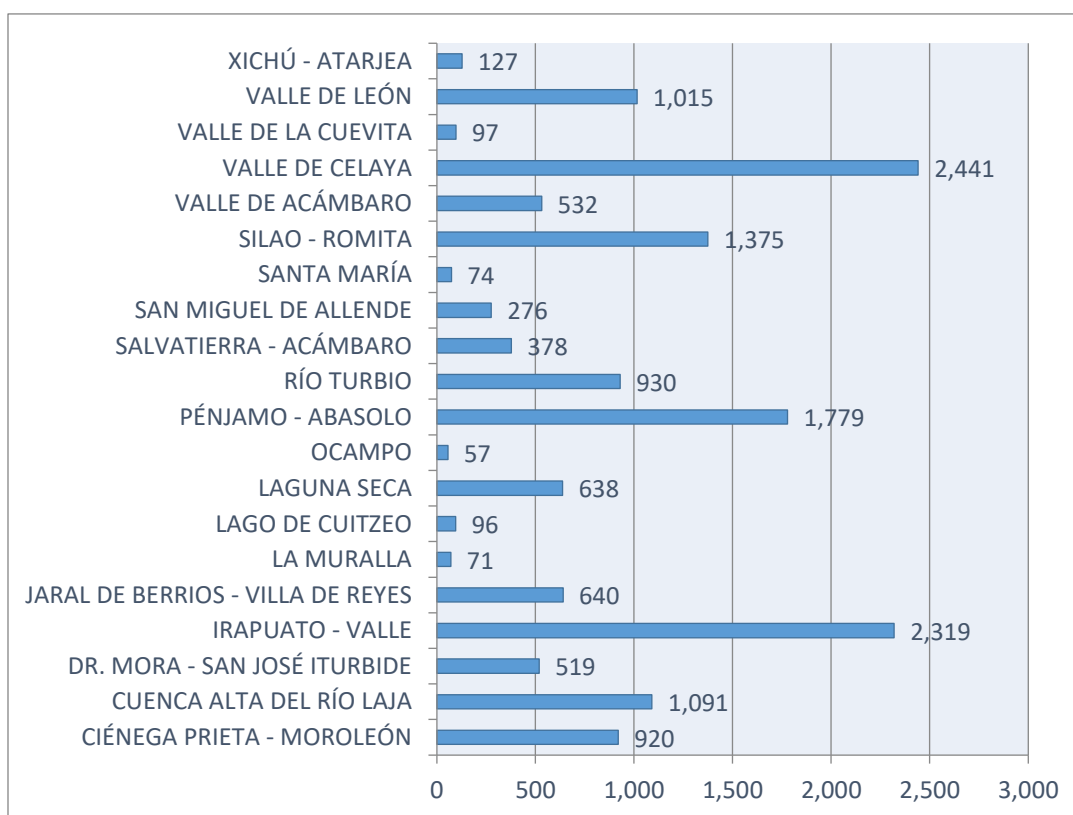
A continuación, se detallarán estos aspectos del Programa.

Definición de población potencial y objetivo

Población potencial

La población potencial del Programa (artículo 8 RO 2020) son “Unidades de producción agrícola que cuentan con superficie de riego”; para un total de 40,000 unidades de producción identificadas.

Gráfica 1. Número de pozos por acuífero



Fuente: Comisión Estatal del Agua en Guanajuato. Compendio del agua subterránea en Guanajuato, 2018.

La distribución de pozos profundos en el estado se muestra en la Gráfica 1, de donde se desprende que en los territorios que comprenden el Valle de Celaya, Irapuato-Valle de Santiago y Pénjamo-Abasolo existen 6,539 pozos agrícolas, equivalentes al 56% del total de los 11,664 pozos para uso agrícola. Esta

distribución geoespacial es relevante para establecer estrategias de focalización de los apoyos y lograr un mayor impacto en la preservación del recurso.

Población objetivo

La población objetivo (artículo 9 RO 2020) son “40,000 unidades de producción agrícola que cuentan con superficie de riego con agua subterránea”.

Procesos de Gestión del Programa

Los procesos de gestión del Programa de Tecnificación de Riego, publicados en las RO 2020:

1. **Publicación de la Convocatoria.** La convocatoria para el ciclo 2020 fue publicada en la página de la SDAyR, y es a través de internet y las oficinas de Desarrollo Rural de los municipios que se realiza la estrategia básica de difusión. Por otro lado, se ha encontrado que un factor de promoción importante son las diferentes empresas y despachos que promueven la venta de equipos de riego y gestionan los apoyos para la inversión en la tecnificación de riego.
2. **Recepción de Solicitud de apoyos.**
 - a. Apertura y cierre de ventanillas. Las ventanillas de la SDAyR funcionan para realizar el trámite de actualización de datos y para la acreditación del apoyo.
 - b. Recepción de solicitudes, proyectos y expedientes de los productores, mismos que se escanean para que los originales queden en resguardo de los propietarios.
3. **Dictamen de Solicitudes de apoyo económico.** La Dirección de Tecnificación y Aprovechamiento del Agua Agrícola (DTAAA), recibe las solicitudes y el proyecto de riego, así como el presupuesto.
4. **Autorización del apoyo económico.** Para ello existe un Comité dictaminador, integrado por funcionarios financieros, de administración y técnicos de la Subsecretaría correspondiente. Este comité dictamina las solicitudes y autoriza el apoyo.
5. **Supervisión en la aplicación del apoyo económico.** La DYAAA es la responsable de dar seguimiento a las inversiones y verificar que éstas estén de acuerdo a lo autorizado.
6. **Proceso de pago del apoyo económico.** Está a cargo de la Administración de la SDAyR, previa autorización por la DTAAA. Incluye lo siguiente:
 - a. Acreditación de la vinculación del incentivo. La DTAAA recibe los documentos que acreditan el uso de los incentivos del Programa por parte de los productores.

- b. Visita de verificación. Se realizan visitas de verificación por parte de SDAyR para constatar la instalación de los equipos y su operación.
- c. Supervisión. Tiene como objetivo verificar el cumplimiento de las obligaciones a cargo del beneficiario y las instancias participantes en la ejecución del Programa.
- d. Autorización de pago del apoyo.

ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE INDICADORES DE RESULTADOS (MIR)

Generalidades

La implementación del Método ZOOP o también llamado Metodología de Marco Lógico (MML) es una metodología de planeación que adoptada por el Gobierno Federal y algunos Gobiernos Estatales para el diseño de programas, monitoreo y evaluación de la gestión y de los resultados obtenidos.

Cabe aclarar que la Matriz de Indicadores de Resultados (MIR) es una herramienta de la MML que facilita el diseño, la organización y el seguimiento de los programas, y tiene un arreglo que ayuda a:

- Establecer y estructurar el problema central, ordenar los medios y fines del árbol de objetivos en un programa;
- Generar indicadores para medir sus resultados;
- Definir los medios que permitirán verificar esos resultados;
- Describir los riesgos que podrían afectar la ejecución del mismo o las condiciones externas necesarias para el éxito del programa.

Para entrar al problema, se considera esencial abordar conceptos básicos sobre la definición de Población Potencial y Población Objetivo.

Definición del problema

De acuerdo a la MML del Programa, este último contribuye a atender el problema de la ineficiencia en el uso agua en las unidades de producción agrícola del estado de Guanajuato, mediante la tecnificación de riego. Sin embargo, el problema público reconocido en el Programa de Gobierno 2018-2024 es la sobreexplotación de 18 de los 20 acuíferos que hay en la entidad. Por lo tanto, se recomienda que el problema principal que debiera atender el programa sea la ineficiencia en el uso del agua en las unidades de riego agrícolas (pozos), y no de las unidades de producción agrícola. Además, como se mencionó en secciones previas, la eficiencia del uso del agua en el sector agrícola es la más baja.

Descripción del problema

Diversas regiones del mundo experimentan problemas de déficit hídrico. Esto ha incrementado por la demanda de agua por los recursos hídricos estáticos o en disminución, y las sequías por factores climáticos. El déficit hídrico es producido también por la contaminación de las aguas residuales de ciudades en expansión, que en muchas ocasiones solo han sido tratadas de manera parcial, así como por la contaminación de los acuíferos por diversas fuentes. La escasez de agua en todos sus aspectos acarrea altos costos económicos, sociales e incluso políticos (FAO, 2013).

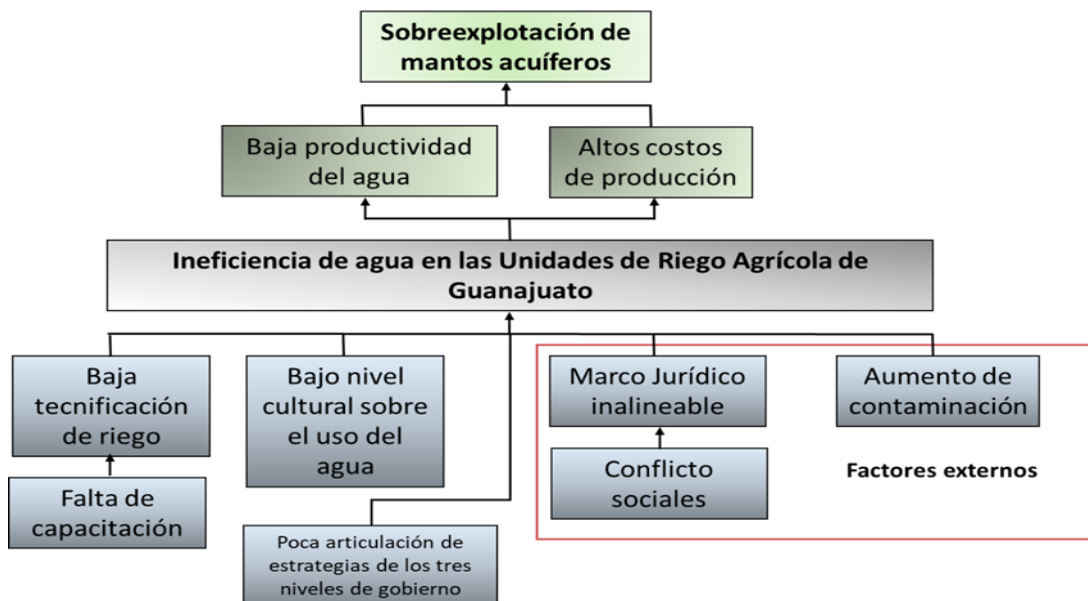
La contaminación industrial por hidrocarburos, solventes, cromo y la utilización de agroquímicos ocasiona una disminución de la disponibilidad del agua para los usos productivos, abastecimiento local y deterioro de la calidad del agua superficial.

Propuesta de árbol de problemas

Derivado del análisis de la definición y descripción del problema señalados anteriormente, y como una respuesta a las deficiencias de los procesos de diagnóstico y planeación del Programa, a continuación, se hace una propuesta de árbol de problemas y árbol de objetivos.

En el árbol de problemas, se propone que el problema principal sea la “Ineficiencia de agua en las Unidades de Riego Agrícola de Guanajuato” y el efecto mayor que ocasiona es la sobreexplotación de mantos acuíferos.

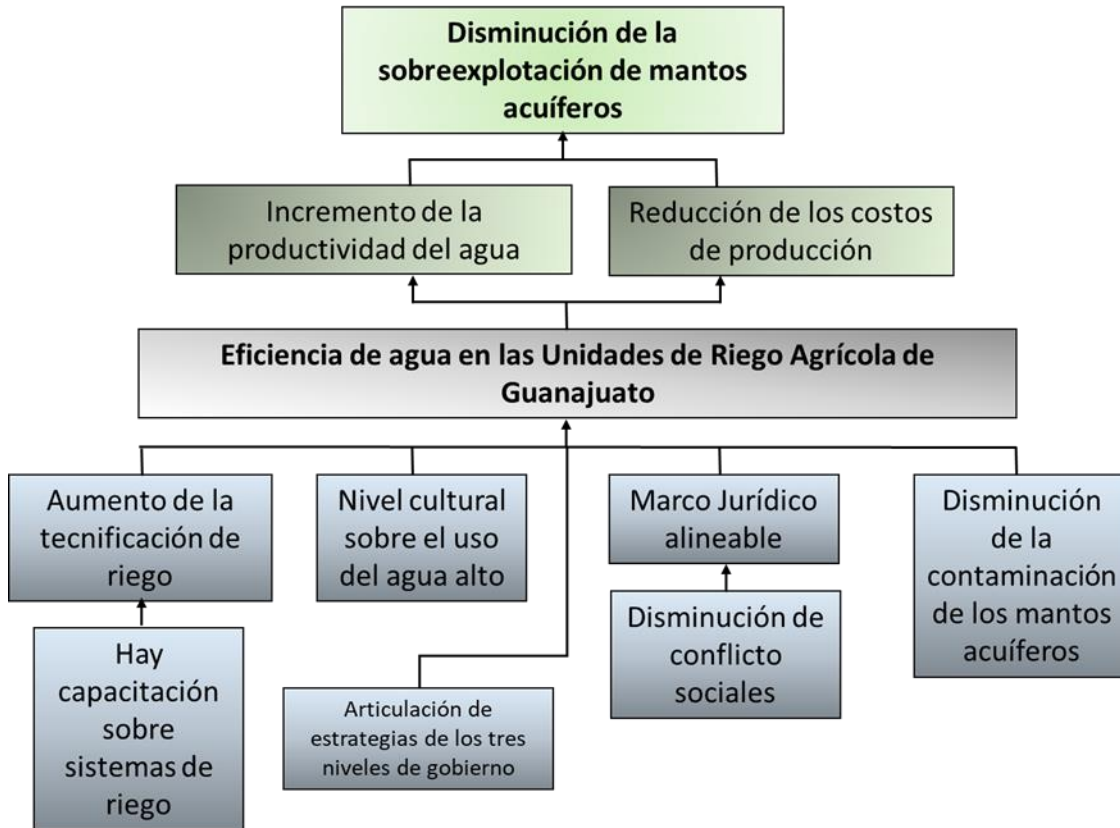
Ilustración 1. Árbol de problemas del Programa de Tecnificación de Riego



Propuesta de árbol de objetivos

La propuesta de árbol de objetivos derivada del análisis de esta consultoría, plantea como propósito la “Eficiencia de agua en las Unidades de riego Agrícola de Guanajuato”. Uno de sus componentes es la tecnificación de riego, y como fin se propone contribuir a disminuir la sobreexplotación de mantos acuíferos.

Ilustración 2.- Árbol de objetivos del Programa Tecnificación de Riego



El análisis de la MIR se realizó con base al Anexo V de las Reglas de Operación del Programa Mi Riego Productivo para el ejercicio 2020 (ver anexo 5). Cabe destacar que en el diagnóstico del Programa Presupuestario S011 Campo Sustentable en el Uso del Agua, el Programa Mi Riego Productivo es uno de los componentes que contribuye a atender el problema principal referente al “Deficiente uso del agua en el sector agroalimentario y rural”.

Valoración del FIN del Programa

El Programa se encuentra alineado al Objetivo 3.1.1 del Plan Estatal de Desarrollo 2040 “Garantizar la disponibilidad y calidad del agua de acuerdo con sus diferentes destinos” y, de manera directa, al

Objetivo 5.1.4 del Programa de Gobierno 2018-2014: “Incrementar la cobertura, eficiencia y mejorar la calidad del agua”.

En la MIR 2020, el resumen narrativo del FIN es *“Contribuir al incremento de la eficiencia en el uso del agua de riego mediante la tecnificación de la superficie agrícola de riego”*. La redacción está claramente especificada al pretender incrementar la eficiencia en el uso del agua; sin embargo, no responde al objetivo general establecido en las Reglas de Operación 2020 de *“Contribuir a revertir la tendencia de sobreexplotación de los mantos acuíferos e incrementar la productividad en las zonas de riego, mediante la instalación de sistemas de irrigación, que permitan hacer una aplicación eficiente del agua”*.

Mi Riego Productivo es un componente presupuestario del Programa Campo Sustentable en el Uso del Agua, y se alinea al objetivo principal establecido en su diagnóstico, referente a *“Contribuir al uso eficiente del agua en el sector agroalimentario”*. Por lo tanto, el FIN de la MIR de Mi Riego Productivo se alinea con el Propósito del Programa presupuestario del cual forma parte.

En este sentido, se sugiere que el objetivo general de las Reglas de Operación sea el mismo que se establece en el resumen narrativo del nivel de FIN del componente Mi Riego Productivo: *“Contribuir al incremento de la eficiencia en el uso del agua de riego mediante la tecnificación de la superficie agrícola de riego”*.

Es importante mencionar que el problema público que atiende el Programa Campo sustentable en el Uso del Agua involucra a diversas dependencias de los tres niveles de gobierno: Comisión Nacional del Agua, como entidad federal normativa; Comisión Estatal del Agua de Guanajuato, los Organismos Operadores Centralizados y Descentralizados; entidades municipales; los Consejos Técnicos de Agua (COTAS); asociaciones civiles; la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural, entre otros. Existen diversos ordenamientos jurídicos orientados a reducir la sobreexplotación del agua, tales como vedas, reglamentos, zonas reglamentadas, zonas de reserva, por mencionar algunos. En este sentido, el Programa Mi Riego Productivo, conforme a sus atribuciones y alcances, solo es una de las diversas intervenciones para atender el problema de la baja eficiencia del agua para uso agrícola y que a su vez repercute en la sobreexplotación de los mantos acuíferos.

Respecto al indicador *“Porcentaje de incremento en la eficiencia del uso del agua de riego en las unidades de producción agrícola apoyadas por el programa”*, se sugiere presentar una tasa de variación y no un porcentaje. Esto con la finalidad de verificar el incremento de la eficiencia del agua respecto a un año base. Por lo anterior, se propone que el indicador sea: *“Tasa de variación en la eficiencia del*

uso del agua en las unidades de riego tecnificadas”. El método de cálculo para dicho indicador se propone como:

“[Eficiencia ponderada del uso del agua de riego en las unidades de riego tecnificadas en t_1 / Eficiencia ponderada del uso del agua de riego en las unidades las unidades de riego en el año t_0) -1] *100”.

El indicador del FIN no cuenta con una meta establecida para el periodo 2020; por lo tanto, no es posible valorar su factibilidad ni tampoco si está orientada a impulsar el desempeño del programa. Se recomienda elaborar la ficha técnica del indicador.

La población focal a la que hace referencia el resumen narrativo del Fin son las unidades de producción agropecuaria; pero esto no responde a la población que padece el problema público que son las unidades de riego, y que se definen en las reglas de operación como “La superficie compuesta por una o más parcelas con una misma fuente de abastecimiento de agua, que independientemente del número de personas propietarias, utiliza una infraestructura en común para la aplicación del riego”.

En el caso de los medios de verificación, se sugiere que la unidad responsable del programa establezca un sistema de monitoreo que le permita realizar un “Informe Anual de Resultados”, ya que las evaluaciones de impacto son de mediano y largo plazo y su costo es elevado.

El único supuesto a nivel de Fin es que “Las condiciones climáticas son favorables para realizar la actividad productiva del estado”. Este supuesto es externo, pues no depende del programa, y se considera factible a este nivel de MIR.

Valoración del propósito del Programa

El resumen narrativo del Propósito del programa es: “Las unidades de producción agrícolas de riego tecnifican su superficie de riego”, pero no tiene una vinculación directa con el objetivo general del programa establecido en el artículo 4 de las ROP: “Contribuir a revertir la tendencia de sobreexplotación de los mantos acuíferos e incrementar la productividad en las zonas de riego, mediante la instalación de sistemas de irrigación, que permitan hacer una aplicación eficiente del agua”. De acuerdo a la Metodología de Marco Lógico, el Propósito de la MIR establece el cambio esperado en la población objetivo como resultado de recibir los bienes o servicios que produce el programa y, de acuerdo a las ROP, el cambio esperado de la población objetivo debería ser el incremento en la eficiencia del uso del agua. Por lo tanto, como se mencionó anteriormente, se debe ajustar el objetivo general de las Reglas de Operación “Contribuir al incremento de la eficiencia en el

uso del agua de riego mediante la tecnificación de la superficie agrícola de riego”, con la finalidad de establecer consistencia en el diseño y los objetivos estratégicos a alcanzar.

Si bien, la Tecnificación de Riego es un componente del Programa Presupuestario Campo Sustentable en el Uso del Agua, por lo que no cuenta con un árbol de problemas y de objetivos, pero se puede identificar que el problema principal que atiende es la baja tecnificación de las unidades de riego agrícola.

La redacción del Propósito establece como área de enfoque¹ a las unidades de producción agrícola, que pueden tener como subconjunto a un determinado número de secciones, parcelas o lotes que se benefician con un pozo(s) y que conforman un proyecto, y la suma de estos constituye una unidad de riego. Para atender la lógica vertical de la MIR se sugiere que el área de enfoque referida en el Propósito sean las unidades de riego, tal como se hizo mención en la valoración a nivel de Fin.

Se infiere que la teoría de cambio para incrementar la eficiencia en el uso de agua agrícola (FIN) es mediante la tecnificación de riego, por lo que se considera adecuado y relevante a este nivel de la MIR. Los conceptos de apoyo para dicha tecnificación se mencionan en el artículo 17 de las ROP de Mi Riego Productivo:

- a) Sistema de riego por compuertas o líneas regantes.
- b) Sistema de riego por aspersión.
- c) Sistema de riego por goteo.
- d) Nivelación de tierras.
- e) Construcción o rehabilitación de estanques.

De acuerdo a lo antes expuesto, se sugiere modificar el resumen narrativo del Propósito de la MIR con la siguiente redacción: *“Las unidades de riego agrícola tecnifican su superficie”*.

Por otra parte, el indicador de propósito “Porcentaje de superficie agrícola de riego con agua subterránea tecnificada con apoyo del programa”, cumple con las características de claridad, relevancia economía y monitoreable. Además, se alinea con el Programa de Gobierno 2014-2024 donde hace referencia al indicador “Porcentaje de superficie de riego agrícola tecnificada acumulada”, con una línea base del 18.11% (2018) y una meta del 26.88% (2024).

¹ El concepto de población objetivo va dirigido a aquellos programas que apoyan directamente a personas físicas. Las áreas de enfoque se determinan en programas cuyos apoyos NO se dirigen a personas físicas. Ejemplo: colonias, municipios, unidades de producción, escuelas, etc.

El indicador del Propósito no cuenta con una meta establecida para el año 2020, por lo tanto, no es posible valorar su factibilidad ni tampoco si está orientada a impulsar el desempeño del programa. Se recomienda realizar la ficha técnica del indicador. Cabe señalar que el indicador “Porcentaje de la superficie tecnificada acumulada de riego agrícola” sí cuenta con ficha técnica, donde se establecen las metas anuales de las variables de 2018 a 2024: “Número de hectáreas tecnificadas acumuladas de riego agrícola” y “Total del número de hectáreas de riego agrícola existentes en el Estado”.

Los medios de verificación hacen referencia a los registros administrativos del programa y al Programa Estatal Hidráulico, que, aunque son documentos públicos y oficiales, no permiten reproducir el cálculo del indicador. Por lo tanto, se recomienda elaborar un documento en el que se dé cuenta de los apoyos otorgados para la tecnificación en las unidades de riego agrícola. Este documento se podría denominar “Informe Anual de Resultados del Programa”.

Con relación a los supuestos, se repite el del Fin “Las condiciones climáticas son favorables para realizar la actividad productiva del estado”, mismo que no se considera un riesgo para este nivel de la MIR. El otro supuesto es que “Los productores hacen un uso eficiente y sustentable del agua”, lo que cumple con la condición de ser una condición externa al programa y es factible de que suceda, por lo que se considera adecuado.

Valoración de los componentes

La MIR del programa cuenta con dos componentes: “Apoyos para la tecnificación con sistemas de riego de la superficie agrícola otorgados” y “Apoyos para la nivelación de la superficie agrícola otorgados”. Estos dos componentes están redactados como resultados logrados, por lo que son necesarios para generar el nivel de objetivo del propósito de la MIR del Programa.

Los dos componentes están alineados con los objetivos específicos que señala el artículo 5 de las ROP:

- I. Tecnificar la superficie de riego con sistemas que permitan hacer eficiente el uso del agua, y con ello contribuir a la sustentabilidad del recurso.
- II. Favorecer el uso del agua a nivel parcelario mediante apoyos económicos para la nivelación de tierras.

Los dos componentes de la MIR son necesarios y adecuados, pero se considera que no son suficientes, ya que es importante vincularse con un componente que permita sensibilizar y capacitar a los usuarios de riego agrícola para hacer buen uso del agua.

Si bien existe el Programa de Mejores Usos del Agua en el Campo —que contribuye a que las unidades de producción de la agricultura de riego adopten mejores prácticas a través de la capacitación—, el Programa Mi Riego Productivo no hace explícito los mecanismos de coordinación y vinculación para lograr la complementariedad de los bienes y servicios que otorgan estos programas. En este sentido, se sugiere establecer estrategias que permitan visualizar la complementariedad de apoyos.

Respecto a los supuestos “Las unidades de producción agrícola de riego apoyadas hacen un buen uso del sistema de riego” y “Las unidades de producción realizan prácticas de cultivo que favorecen la conservación de la nivelación de las tierras”, se consideran adecuados y factibles de que se cumplan.

Los indicadores cuentan con: una frecuencia de medición mensual, unidad de medida, métodos de cálculo, son monitoreable, económicos, claros y adecuados. No obstante, no cuentan con una meta establecida para el periodo 2020 ni una línea base, por lo que no es posible valorar su factibilidad ni tampoco se sabe si está orientada a impulsar el desempeño del programa. Se recomienda realizar las fichas técnicas de cada indicador.

Se sugiere que los medios de verificación de dichos indicadores estén disponibles en el portal del Gobierno del Estado de Guanajuato.

Valoración de las actividades

La MIR cuenta con seis actividades, mismas que se especifican en el artículo 3 de las ROP. El resumen narrativo de las Actividades está redactado en sustantivo de un verbo, a excepción de la actividad “Proceso de pago de apoyo económico para tecnificación de riego y nivelación de tierras”, por lo que se sugiere adecuarse como: “Recepción de pago de solicitudes autorizadas”.

Todos los indicadores cuentan con método de cálculo, frecuencia de medición y medios de verificación. En el caso de los supuestos, no todos son aplicables para cada una de las actividades, por lo que se deben reformular supuestos para cada una de ellas. Asimismo, las actividades son necesarias, pero no suficientes para la entrega de los apoyos del Programa, ya que se detecta una actividad adicional referente a la elaboración del proyecto ejecutivo. De acuerdo al artículo 17 de las ROP del Programa, el proyecto lo puede elaborar un proveedor de sistemas de riego, certificado o no certificado.

En el caso de los indicadores de las actividades se comenta lo siguiente:

- *Porcentaje de convocatorias publicadas.* En el caso del programa MI Riego, la actividad no es adecuada, en tanto que no es un proceso que se realice constantemente en el año. La

convocatoria para entrega de los apoyos es anual, por lo que la frecuencia de medición es incorrecta. El medio de verificación es la propia convocatoria publicada y no las Reglas de Operación. Asimismo, se sugiere revisar qué tan imprescindible es el indicador. Si bien la parte normativa es importante para la entrega apoyos —pues rige el “qué” y el “para qué” — a nivel de la MIR suele no ser tan necesario. La importancia radica en que la convocatoria debe estar actualizada, publicada y al alcance de la población interesada.

- *Porcentaje de solicitudes completas recibidas.* El indicador es adecuado y relevante a este nivel, ya que aporta información necesaria para la realización de los Componentes. Asimismo, el método de cálculo es consistente con la definición y las variables son coherentes para la obtención del resultado esperado. Este indicador es de cobertura, por lo que es de eficiencia. Se sugiere integrar en el resumen narrativo: “Recepción de solicitudes que cumplen con los criterios de elegibilidad”. En el caso del supuesto, éste menciona “Los beneficiarios presentan solicitudes en tiempo y forma”, con lo que tiene la condición de ser externo al programa y factibilidad de que ocurra.
- *Porcentaje de solicitudes dictaminadas.* El indicador es adecuado y relevante a este nivel; el método de cálculo es consistente con el indicador. Empero, se debe precisar si dictaminarían a todas las solicitudes, como lo establece el denominador del indicador, o únicamente a las solicitudes completas recibidas. Como supuesto, se recomienda: “Los solicitantes presentan solicitudes de apoyo completas”.
- *Porcentaje de solicitudes autorizadas positivas o negativas.* El indicador es adecuado, pero pierde la relevancia porque el método de cálculo no es consistente con el indicador. Éste señala a las solicitudes autorizadas positivas y negativas, mientras que la formula sólo señala a las positivas. Asimismo, el indicador no es congruente con el resumen narrativo, debido a que este último refiere a la autorización de recursos de solicitudes dictaminadas positivamente. En este sentido, se sugiere adecuar la sintaxis del indicador para establecer congruencia entre el objetivo, el indicador y el método de cálculo.
- *Solicitudes autorizadas con supervisión del apoyo aplicado o de tecnificación del riego realizada.* El indicador es incorrecto en su redacción, en tanto que no expresa la medición que se desea, (por ejemplo: porcentaje, razón, promedio, tasa, etc.). Pierde relevancia por presentar ambigüedad en su resumen narrativo, generando confusión con lo que se desea medir. Es importante mencionar que la supervisión se realiza, conforme a lo establecido en la normatividad, a solicitudes apoyadas con recursos, por lo que se recomienda la siguiente

redacción: “Porcentaje de solicitudes apoyadas y supervisadas para emitir el pago”. El supuesto se sugiere redactarlo como: “Los beneficiarios aplican el recurso entregado adecuadamente”.

- *Porcentaje de solicitudes con pago recibido por el beneficiario.* El indicador presenta ambigüedad, por lo que, si bien es adecuado y relevante, se debe mejorar su sintaxis. El método de cálculo es congruente, pero el resumen narrativo genera confusión por su redacción. Asimismo, el supuesto debería estar asociado a los recursos económicos, por ejemplo: “Se cuenta con los recursos suficientes para el pago de solicitudes”.

Todos los indicadores de actividades no cuentan con una meta establecida para el periodo 2020 ni una línea base, por lo tanto, no es posible valorar su factibilidad y su orientación a impulsar el desempeño del Programa. Se recomienda realizar las fichas técnicas de cada indicador.

Resumen de la lógica vertical

La MIR presenta áreas de mejora en su lógica vertical. Las Actividades establecidas en la MIR son necesarias para la producción de los Componentes del Programa y están presentados de forma secuencial. No obstante, se presenta cierta confusión en la redacción, ya que no se contempla la actividad de la elaboración del proyecto ejecutivo, y se supone que está incorporada en la solicitud de apoyo.

A nivel de Componente, estos son necesarios y adecuados, pero se requiere vincular con otros complementarios para concretar el Propósito. Asimismo, reflejan los apoyos que entrega el programa tanto para tecnificación de riego como para la nivelación de tierras. Este último componente tiene un menor peso presupuestal.

El Propósito es adecuado, debido a que refleja la necesidad de atender la tecnificación en las unidades de riego agrícola. En este nivel se sugiere hacer algunas adecuaciones en la sintaxis, tanto del resumen narrativo como del método de cálculo.

En el caso de los supuestos, falta claridad en los niveles de Actividad y Propósito. En el primer caso, se deben identificar los riesgos por cada una de las actividades y poder convertirlos en supuestos. En el segundo nivel, se requiere eliminar “Las condiciones climáticas son favorables para realizar la actividad productiva del estado”.

Resumen de la lógica horizontal

La MIR de Mi Riego Productivo tiene áreas de mejora en su lógica horizontal. Los indicadores a nivel de actividad y componente permiten conocer el desempeño del Programa conforme a los procesos establecidos en su normatividad.

Ninguno de los indicadores de la MIR cuenta con una meta para el periodo 2020, ni una línea base, por lo que no es posible valorar su factibilidad y su orientación a impulsar el desempeño del programa. Se recomienda realizar las fichas técnicas de cada indicador.

Se sugiere que los medios de verificación estén disponibles en un hipervínculo de la unidad responsable del programa; es decir, que sean públicos y que permitan replicar el cálculo del indicador.

Análisis FODA

A continuación, se presentan las fortalezas y debilidades del Programa Mi Riego Productivo, mediante una matriz FODA.

Cuadro 2. Análisis FODA del programa

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Mi Riego Productivo, a pesar de ser un componente del Programa Campo Sustentable en el Uso de Agua, tiene una MIR que permite monitorear sus avances en el cumplimiento de sus objetivos.	Diseñar un Componente de apoyo dirigido a la promoción y capacitación que sensibilice sobre la importancia del uso eficiente de agua, y la aplicación de mejores técnicas.
El programa dispone de bases de datos y registros administrativos que permiten monitorear indicadores de componentes y actividades.	Diseñar un indicador que muestre la contribución del Programa al Objetivo 5.1.4 del Programa de Gobierno 2018-2024: "Porcentaje de superficie de riego agrícola tecnificada acumulada". Se tiene una meta de 26.88% (2024).
El programa está alineado al Programa de Gobierno 2018-2024 y al Plan Estatal de Desarrollo 2040. Por lo tanto, es un programa prioritario para el Gobierno de Guanajuato.	Desarrollar una metodología de cobertura y focalización y un plan estratégico de mediano plazo.
La MIR del Programa tiene el indicador que mide la eficiencia de riego agrícola, mismo que se menciona en el Objetivo 3.1.1. del Plan Estatal de Desarrollo 2040, e incide directamente a contribuir al logro de la meta en dicho Plan de "Incrementar la tecnificación del campo y generar un ahorro de agua en el sector agrícola entre 450 Mm3 y 750 Mm3".	Ajustar la definición de la población potencial y objetivo, de tal manera que sean las unidades de riego y no las unidades de producción el área de enfoque.
DEBILIDADES	AMENAZAS
Falta definición de la población potencial y objetivo que permita precisar el propósito de la MIR.	La falta de coordinación con los operadores del Programa Mejores Usos del Agua en el Campo no permitirá la complementariedad.
Falta un documento diagnóstico que sustente al Propósito y al Fin del Programa. No hay árbol de problemas y de objetivos del programa Mi Riego Productivo.	El enfoque orientado a unidades de producción y no a unidades de riego puede incidir negativamente en la atención real del problema público: la sobreexplotación de mantos acuíferos.
Los indicadores no cuentan con fichas técnicas, por lo que se desconocen metas, línea base, definición del indicador, tendencia, entre otros.	La eliminación del Programa de Concurrencia trae como consecuencia que el gobierno estatal absorba todo el subsidio, teniendo un costo de oportunidad.

Antes de la presente evaluación, no se detectó que existiera una evaluación de impacto que permita visibilizar la contribución del Programa al problema público de la sobreexplotación de mantos acuíferos.

La baja disponibilidad presupuestal asignada al Programa representa una amenaza para atender el problema público de la sobreexplotación de los mantos acuíferos.

Propuesta de MIR

En el siguiente cuadro se presenta la propuesta de la MIR completa: indicador, método de cálculo, frecuencia de medición, medios de verificación y supuestos.

Cuadro 3. Propuesta de Matriz de Indicadores de Resultados (MIR)

RESUMEN NARRATIVO	INDICADOR	MÉTODO DE CÁLCULO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN Contribuir al incremento de la eficiencia en el uso del agua de riego mediante la tecnificación de la superficie agrícola de riego	Tasa de variación en la eficiencia del uso del agua en las unidades de riego tecnificadas	(Eficiencia ponderada del uso del agua de riego en las unidades de riego tecnificadas en t1 / Eficiencia ponderada del uso del agua de riego en las unidades las unidades de riego en el año t0)-1)*100.	Anual	Registros administrativos del programa Informe Anual de Resultados del Programa	Las condiciones climáticas son favorables para realizar la actividad productiva del estado
PROPÓSITO Las unidades de riego agrícola tecnifican su superficie	Porcentaje unidades de riego agrícola tecnificadas	(Nº de hectáreas agrícolas de riego con agua subterránea acumulada tecnificada con apoyo del programa hasta el año de medición) / (Nº hectáreas agrícolas de riego con agua subterránea en el estado)*100	Anual	Registros administrativos del programa Informe Anual de Resultados del Programa	Los productores hacen un uso eficiente y sustentable del agua
COMPONENTE 1 Apoyos para la tecnificación con sistemas de riego de la superficie agrícolas otorgados	Porcentaje de superficie agrícola de riego con sistemas apoyada para la tecnificación de riego	(Número de hectáreas agrícolas de riego con agua subterránea tecnificada con sistemas de riego en el año 1 / Número total de hectáreas agrícolas de riego con agua subterránea del Estado en el año 0)*100	Trimestral	Registros internos del programa. Base de datos generada por el SIAREG	Las unidades de producción agrícola de riego apoyadas hacen un uso adecuado del sistema de riego
COMPONENTE 2 Apoyos para la nivelación de la superficie agrícola otorgados	Porcentaje de superficie agrícola de riego nivelada con tecnología láser apoyada por el programa.	(Número de hectáreas agrícolas de riego nivelado con tecnología láser apoyada por el programa en el año 1 / (Número hectáreas agrícolas de agrícola no nivelada en el estado en el año 0)*100	Trimestral	Bases de datos de Unidades de Producción apoyadas por el programa generado por el SIAREG Registros administrativos del programa	Las unidades de producción realizan prácticas de cultivo que favorecen la conservación de la nivelación de las tierras
ACTIVIDAD 1 Elaboración de proyectos ejecutivos	Porcentaje de proyectos ejecutivos elaborados	(Proyectos ejecutivos elaborados / proyectos ejecutivos solicitados) *100	Trimestral	Registros internos del programa. Base de datos generada por el SIAREG	Los proveedores de sistemas de riego cumplen en la elaboración de los proyectos ejecutivos en tiempo y forma
ACTIVIDAD 2 Recepción de solicitudes que	Porcentaje de solicitudes recibidas que cumplieron con	(Número de solicitudes recibidas que cumplieron con los criterios de elegibilidad / Número de solicitudes recibidas)*100	Trimestral	Registros internos del programa. Base de datos generada por el SIAREG	Los beneficiarios presentan solicitudes en tiempo y forma

cumplen criterios de elegibilidad	los criterios de elegibilidad				
ACTIVIDAD 3 Dictaminación de solicitudes completas	Porcentaje de solicitudes completas dictaminadas	(Número de solicitudes dictaminadas / Número de solicitudes completas recibidas)*100	Trimestral	Registros internos del programa. Base de datos generada por el SIAREG	Los solicitantes presentan solicitudes de apoyo completas
ACTIVIDAD 4 Autorización de solicitudes dictaminadas positivas para la entrega de apoyos económicos	Porcentaje de solicitudes con dictamen positivo autorizadas para la entrega de apoyos económicos	(Número de solicitudes con dictamen positivo autorizadas / Número total de solicitudes dictaminadas)*100	Trimestral	Registros internos del programa. Base de datos generada por el SIAREG y actas de Comité	
ACTIVIDAD 5 Supervisión de solicitudes autorizadas con apoyo económico	Porcentaje de solicitudes autorizadas con apoyo económico supervisadas	(Número de solicitudes supervisadas / Número total de solicitudes autorizadas)*100	Trimestral	Registros internos del programa. Base de datos generada durante el proceso de supervisión	Los beneficiarios aplican el apoyo económico entregado adecuadamente
ACTIVIDAD 6 Recepción de pago de las solicitudes autorizadas	Porcentaje de solicitudes pagadas autorizadas	(Número de solicitudes pagadas autorizadas/ Número de solicitudes autorizadas)*100	Trimestral	Registros internos del programa. Base de datos generada por el SIAREG	Se cuenta con los recursos suficientes para el pago de solicitudes

DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

La actividad agrícola de riego —y sobre todo de riego con aguas subterráneas— corresponde a una actividad empresarial cuyo objetivo es la generación de riqueza en modelos sustentables, con permanencia y estabilidad. De esta forma, los sistemas de riego tecnificados representan inversiones que logran mayor eficiencia y rentabilidad de la unidad de producción y, por lo tanto, es importante considerar esos conceptos en el diseño metodológico.

En términos generales, la eficiencia de riego implica el grado de habilidad que tiene la persona para manejar el agua; entendiendo que, por más cuidado que se tenga, siempre habrá pérdidas. Estas pérdidas ocurren principalmente durante la aplicación del agua al suelo y también durante la conducción, tanto en la red de riego externa como en la red interna de distribución del agua a la parcela.

De la situación anterior, surge el concepto de Tecnificación del Riego, que tiene como objetivo el incrementar la eficiencia de riego y reducir al máximo las pérdidas de agua. Aun así, las eficiencias dependen del sistema de riego elegido y del operador, quien define cuándo y cuánto regar.

Esto sirve de marco para presentar la estrategia de la investigación —de gabinete y campo— para el análisis del diseño del programa, y comprende los siguientes apartados:

- a) Diseño metodológico de la evaluación,
- b) Propuesta de selección de la muestra analítica;
- c) Instrumentos de recolección de información a aplicar;
- d) Cronograma de actividades; y
- e) Agenda de trabajo de campo.

Diseño metodológico de la evaluación

Para analizar el diseño y la operación del PTR, se utilizaron las siguientes técnicas: análisis de gabinete y trabajo de campo, así como análisis de corte cuantitativo. A continuación, se describe la metodología para la recolección de información, las técnicas de análisis y el mecanismo para la sistematización y el análisis de la información.

El análisis de gabinete incluyó el acopio, organización, sistematización y valoración de la información contenida en la documentación y bases de datos proporcionados para la evaluación, por parte de la SDAyR. Ello incluyó: registros administrativos, informes de evaluación y documentos normativos, así

como documentos relacionados con el programa, que permitieran conocer la forma como se implementan sus procesos y quiénes participan en ellos. También incluyó los avances de los resultados. Cabe destacar que, entre la información, hubo aquella generada por diferentes instancias o dependencias implicadas en la ejecución del Programa.

Adicionalmente, el análisis documental se enriqueció con fuentes de información externas —públicas y que se consideraron relevantes por parte del equipo investigador—; por ejemplo: declaraciones del gobierno relacionadas con el PTR, diagnósticos de la problemática del sector agrícola, y hallazgos de estudios sobre intervenciones nacionales similares al programa evaluado.

Esta revisión permitió identificar el “*deber ser*” del PTR, en cuanto a los principales rasgos de su diseño y operación, facilitando un primer mapeo de sus procesos generales, así como también generar un mapeo de los actores clave que intervienen en dichos procesos. Estos elementos se consideraron para realizar el trabajo de campo.

Otro resultado central del análisis de gabinete fue aportar elementos para elaborar las guías de entrevista de los diferentes actores clave² (ver Anexos).

El trabajo de campo se realizó en las Unidades de Riego (UR) que fueron apoyadas por el programa en cuestión, en el período 2010 a 2019, y a lo largo de los diferentes municipios y localidades de Guanajuato. De esta forma, el universo fue de 2,066 UR, y constituyó la base para elaborar el marco muestral, que se ubicó como la muestra analítica.

Durante la preparación de este producto, se llevó a cabo una entrevista inicial con funcionarios de la Unidad Responsable del diseño y operación del programa. Esto tuvo como finalidad:

- a) Aclarar dudas relacionadas con la solicitud de información realizada por el equipo investigador para el análisis de gabinete;
- b) Resolver inquietudes sobre elementos del diseño y funcionamiento del Programa que parecían poco claros en la documentación revisada hasta el momento de la reunión;
- c) En caso de requerirse, se buscaría complementar o aclarar inquietudes derivadas de los hallazgos del trabajo de campo, a partir de la gestión de una segunda entrevista con aquellos funcionarios relevantes en ese contexto.

² El uso de estas guías se explica más adelante.

Selección de la muestra

Con base en el diseño metodológico de la investigación, la selección de la muestra se basó en el padrón de UR (2010 a 2019) —proporcionada por la Dirección de Tecnificación de Riego de la SDAyR— en distintos sistemas de riego apoyados; a saber: tubería de compuertas, riego por aspersión y riego por goteo, a fin de captar particularidades en el funcionamiento del Programa.

El diseño para determinar una muestra representativa de los beneficiarios del programa del periodo 2010-2019 se realizó mediante un muestreo simple aleatorio, y tomando como marco muestral la base de datos de los beneficiarios del Programa, mediante una selección sistemática de los beneficiarios a encuestar. Para ello, el listado de beneficiarios se ordenó según el número de folio.

El procedimiento de muestreo se hizo con un nivel de confianza del 95% y un error muestral de hasta el 10%. El tamaño de muestra n de cada programa se determinó de la siguiente manera:

$$n = \frac{\sum_{j=1}^J N_j S_j^2}{N^2 \frac{d^2}{Z^2} + \sum_{j=1}^J N_j S_j^2}$$

Donde:

- N Es la población total en el estado.
- N_{jk} Es la población en el grupo o subsector
- S_j^2 Es la varianza de la variable x
- d Es el Margen de error (en función de la variable x)
- Z Es el estadístico de la distribución normal estándar al nivel de confianza $1 - \alpha$

Adicionalmente, se calculó una muestra adicional del 20% como reemplazos, para cubrir aquellos beneficiarios que, por algún motivo no quisieran entrevistarse o se negaran a otorgar la información solicitada.

Instrumentos de recolección de información a aplicar

El enfoque metodológico cualitativo se refiere al conjunto de técnicas de construcción de datos que estará sujeto a procesamiento estadístico. Se puede considerar que el principal objetivo de la metodología cualitativa es conocer la visión de los actores relevantes y el contexto en que dicha visión se desarrolla. Las entrevistas estructuradas incluyeron una serie de preguntas directas, y para la recolección de información en campo se utilizaron dos cuestionarios:

- a) Acerca de la Unidad de Riego (UR), y
- b) Acerca del productor/propietario (que se presentan en el Anexo).

Las entrevistas se realizaron en las UR, solicitando hablar con los propietarios y en los casos que no se encontraban, se habló con el encargado. Esto con la intención de conocer su situación antes del proyecto de riego y registrar los cambios obtenidos, se realizaron observaciones *in situ* sobre cómo se instrumentaron algunos procesos del Programa.

Enfoque metodológico cuantitativo

En esta fase de la evaluación, se precisaron los datos técnicos de eficiencias de conducción y aplicación, para proceder a un análisis estadístico descriptivo y exploratorio.

Impactos de la Tecnificación del Riego

Eficiencia actual de los sistemas de irrigación (de conducción y de aplicación)

Dado que no es factible realizar mediciones en la superficie que ha sido tecnificada con sistemas de riego para conocer la situación previa antes de la tecnificación, los valores de las eficiencias de conducción y de aplicación fueron determinados mediante revisión bibliográfica de literatura especializada, especialmente de trabajos que se han realizado en el estado.

Eficiencia de conducción

La eficiencia de conducción determina la cantidad de agua que se pierde desde el inicio de un tramo que conduce el agua hasta el punto final del mismo, y está dada por la siguiente ecuación:

$$E_c = \frac{Q_s}{Q_e} \cdot 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

E_c es la eficiencia de conducción (en %).

Q_e es el gasto que entra al tramo de conducción (en l/s).

Q_s es el gasto en el punto final del tramo (en l/s).

La determinación de la eficiencia de conducción se realizó mediante el siguiente procedimiento, según el sistema de riego:

Riego por gravedad y aspersión

El gasto de entrada, se midió en el medidor de flujo instalado en la UR. Para la medición del gasto en el punto final, a la entrada del agua en la parcela, se utilizó un medidor de flujo portátil.

Riego por goteo

El gasto de entrada se midió en el medidor de flujo instalado en la UR. Para la medición del gasto en el punto final, a la entrada del agua en la sección de riego y, cuando las condiciones lo permitieron, se utilizó un medidor de flujo portátil. Cuando las condiciones no permitieron usar el medidor de flujo portátil en la sección de riego, se utilizó el siguiente procedimiento para determinar la eficiencia de conducción: (i) se recorrió toda la línea de conducción para localizar puntos donde se fugue el agua; y (ii) se realizaron aforos para medir el agua que se fuga.

La eficiencia de conducción se determinó con la siguiente ecuación:

$$E_c = \frac{Q_e - \sum_{i=1}^n q_i}{Q_e} \cdot 100 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

E_c es la eficiencia de conducción (en %).

Q_e es el gasto que entra al tramo de conducción (en l/s).

q_i es el gasto en la fuga localizada en el punto i (en l/s).

El valor del q_i se determinó mediante la ecuación:

$$q_i = \frac{V_i}{T_i} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

V_i es el volumen captado en la fuga del punto i (en l).

T_i es el tiempo en que se capta el volumen i , en el punto i (en s).

Eficiencia de aplicación

La eficiencia de aplicación del riego se define como el cociente entre el volumen de agua que queda disponible en la zona de raíces de los cultivos (útil, con fines de evapotranspiración para los cultivos), y el volumen de agua aplicado a la parcela irrigada (Ecuación 4).

$$E_a = \frac{V_u}{V_a} \cdot 100 \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

E_a es la eficiencia de aplicación de riego en la parcela (en %).

V_u es el volumen disponible en la zona de raíces de los cultivos: volumen útil (en m³).

V_a es el volumen aplicado en la parcela irrigada (en m^3).

El volumen aplicado a la parcela se determina como el producto del gasto que llega a la parcela, por el tiempo de riego, según la Ecuación 5.

$$V_a = 0.06 \cdot Q_s \cdot T_r \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

T_r es el tiempo de riego (en minutos).

Q_s es el gasto que llega a la parcela (en l/s).

0.06 es un factor de conversión de unidades.

El gasto que llega a la parcela se determinó como fue explicado en la sección *eficiencia de conducción*.

Dada la complejidad para determinar el *volumen útil*, éste se determinó a través de procedimientos ampliamente aceptados, como a continuación se indica:

Riego por gravedad

Se realizaron pruebas de riego, analizadas mediante el uso de modelos de simulación, como el *Risur* y *Rigrav*.

Riego por aspersión y goteo

En este caso, se determinó el volumen máximo de agua que puede almacenar el suelo en la capa definida por la profundidad de raíces del cultivo, como se indica en la siguiente ecuación:

$$V_{max} = (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) \cdot P_s \cdot S_p \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

V_{max} es el volumen máximo de agua que puede almacenar el suelo en la capa definida por la profundidad de raíces del cultivo (en m^3).

θ_{cc} es el contenido de humedad del suelo a capacidad de campo (en cm^3/cm^3).

θ_{pmp} es el contenido de humedad del suelo a punto de marchitez permanente (en cm^3/cm^3).

P_s es la profundidad del suelo (en m).

S_p es la superficie de la parcela (en m^2).

Se determinó el coeficiente de uniformidad de Christiansen. Si este coeficiente fuese mayor o igual al 80%, el volumen útil se calculó de la siguiente manera:

Si $V_a \leq V_{max}$, entonces $V_u = V_a$

Si $V_a > V_{max}$, entonces $V_u = V_{max}$

Cuando el coeficiente de uniformidad de Christiansen fue menor al 80%, al volumen útil definido en el punto anterior se le realizó un ajuste proporcional.

En aquellas unidades de riego que fueron seleccionadas en el muestreo y que fueron beneficiadas con capacitación y asistencia técnica en riego en cualquier programa de apoyo implementado por la SDAyR, la información generada fue considerada como válida. Solo en caso excepcionales se hicieron algunos estudios complementarios para afinar los valores de las eficiencias de conducción y aplicación.

Sistematización, análisis y validación de la información del trabajo de campo

Se implementó un procedimiento reflexivo para construir la saturación necesaria de la información y dar una explicación robusta del funcionamiento del Programa en la práctica. Se detectaron y describieron al menos dos procesos sustantivos, con base en una triangulación de la información. Esto permitía verificar la validez de conexiones entre las observaciones en campo (a nivel central y estatal), en contraste con los hallazgos del análisis de gabinete sobre el diseño y la estrategia operativa del PTR.

Junto con la evaluación se entregan al SDAyR las bases de datos analizadas, así como las fichas técnicas con la sistematización de la información recolectada en campo, eliminando datos personales y sustituyéndolos por identificadores alfanuméricos. Con esto se mantiene la confidencialidad de los entrevistados.

Análisis de la cobertura

El Programa Mi Riego Productivo es de apoyo estatal y, de acuerdo a este principio, la población potencial del programa está definida como “Unidades de producción agrícola que cuentan con superficie de riego” (artículo 8 de las Reglas de Operación 2020 del Programa Mi Riego Productivo). Por su parte, la población objetivo, está definida como “40,000 unidades de producción agrícola que cuentan con superficie de riego con agua subterránea” (artículo 9). Finalmente, la población beneficiaria directa en 2020 son 1,100 unidades de producción agrícola que cuentan con superficie de riego con agua subterránea y que cumplen con los requisitos de acceso.

De acuerdo a lo anterior y los resultados de la evaluación, se recomienda ajustar la población potencial al diseño del programa presupuestario, que para tal efecto son unidades de riego (pozos) y no unidades de producción agrícola. De esta forma, hay un total de 15,374 pozos (uso agrícola, de abastecimiento público e industrial), de los cuales 11,664 son pozos agrícolas. Conforme al diseño del Programa, se considera que la población objetivo no son las unidades de producción agrícola, sino las 11,603 UR agrícola ubicadas en los 18 mantos acuíferos sobreexplotados.

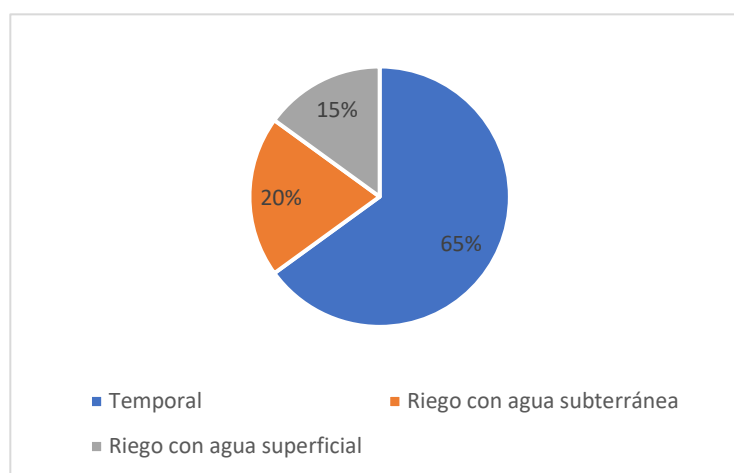
Por lo tanto, se recomienda que el problema principal que atiende el programa sea la “Baja eficiencia de agua en las Unidades de Riego Agrícola de Guanajuato”, y dentro de la cadena de efectos que ocasiona está la sobreexplotación de los acuíferos.

V. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO AGRÍCOLA EN EL ESTADO

Superficies irrigadas en el estado

El estado de Guanajuato tiene una superficie agrícola de 1'231,000 hectáreas³. Dos terceras partes del área agrícola tienen un régimen de humedad de temporal, en tanto que la tercera parte restante cuenta con riego (437,000 ha). De la superficie con riego, aproximadamente 250,000 ha (20% del total de la superficie agrícola) reciben agua de pozos agrícolas; es decir, agua subterránea. En tanto, las 187,000 ha restantes del área agrícola con riego (15%) utilizan agua superficial, que se obtiene de presas, bordos y pequeñas obras de irrigación.

Gráfica 2.- Régimen de humedad de la superficie agrícola de Guanajuato.



Fuente: elaboración propia con datos de Secretaria de Desarrollo Agroalimentario y Rural, 2020.

Volúmenes de agua usados en la agricultura de Guanajuato

El agua de riego proviene de 20 acuíferos que se encuentran dentro de los límites estatales de Guanajuato (Cuadro 2). Dos de ellos (Jaral de Berrios y Santa María del Río) se comparten con el estado de San Luis Potosí (Ilustración 1).

³ Secretaria de Desarrollo Agroalimentario y Rural, Diagnóstico Particular Programa Presupuestario Campo Sustentable en el uso del Agua, 2020.

Cuadro 4. - Acuíferos del estado de Guanajuato

Clave	Acuífero
1101	Xichú-Atarjea
1103	Ocampo
1104	Laguna Seca
1106	Dr. Mora-San José Iturbide
1107	San Miguel de Allende
1108	Cuenca Alta del Río Laja
1110	Silao-Romita
1111	La Muralla
1113	Valle De León
1114	Río Turbio
1115	Valle de Celaya
1116	Valle de La Cueva
1117	Valle de Acámbaro
1118	Salvatierra-Acamburo
1119	Irapuato-Valle
1120	Pénjamo-Abasolo
1121	Lago de Cuitzeo
1122	Ciénega Prieta-Moroleón
2412	Jaral de Berrios-Villa De Reyes
2417	Santa María del Río

Fuente: Gobierno del estado de Guanajuato, Comisión Nacional del Agua, Programa Estatal Hidráulico de Guanajuato, 2015.

Ilustración 3.- Ubicación de los acuíferos de Guanajuato.



Fuente: Gobierno del estado de Guanajuato, Comisión Nacional del Agua, Programa Estatal Hidráulico de Guanajuato, 2015.

En los 20 acuíferos se registra un volumen de agua concesionado —por parte de la CONAGUA— para Guanajuato de 4,556 Mm³, de los cuales 1,412 Mm³ (31%) corresponden a aguas superficiales y 3,144 Mm³ (69%) para aguas subterráneas. Del agua superficial, el 93.4% (1,412 Mm³) está concesionada para uso agrícola, 6.6% para uso Público-Urbano y únicamente el 0.03% para uso Industrial. En lo referente al agua subterránea, 71% está concesionado para uso agrícola (2,235 Mm³), 14% para uso Público-Urbano, 13% para uso en Servicios y otros conceptos, y 1.66% para uso industrial (Cuadro 3).

Cuadro 5.- Distribución de volúmenes concesionados por fuente de abastecimiento y sector.

Uso	Agua superficial Vol. concesionado (%)	Agua subterránea Vol. concesionado (%)	Agua superficial Vol. concesionado (Mm ³)	Agua subterránea Vol. concesionado (Mm ³)
Agrícola	93.36	71.11	1,319	2,235
Público-Urbano	6.61	14.08	93	443
Industrial	0.03	1.66	0	52
Servicios y otros		13.15	0	413
Total	100	100	1,412	3,144

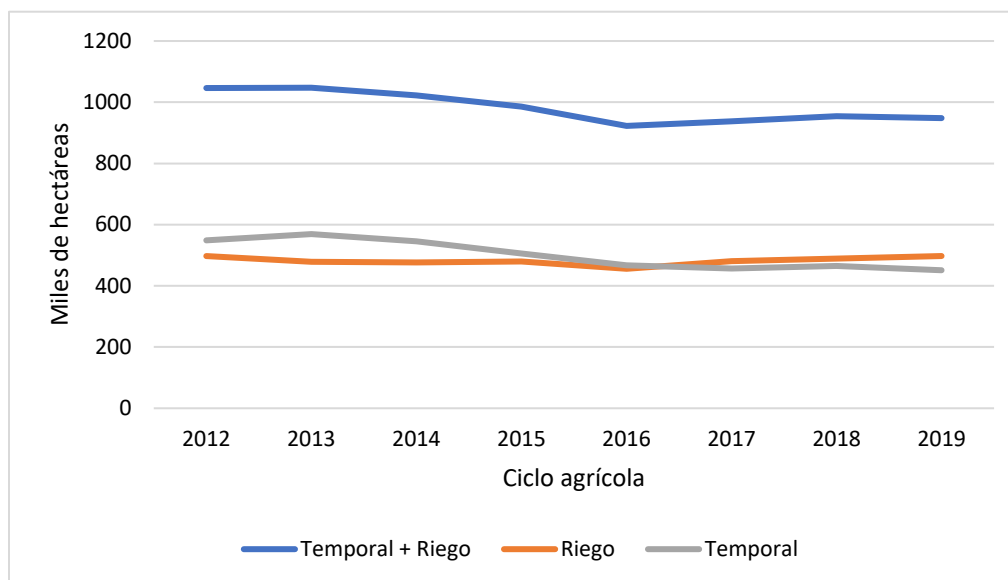
Fuente: Gobierno del estado de Guanajuato Comisión Nacional del Agua, programa estatal hidráulico de Guanajuato.

Estadísticas de producción y costos por tipo de sistema riego y cultivo

La agricultura en Guanajuato (SIAP, 2020) se realiza en dos ciclos productivos, y también cuenta con una superficie importante de cultivos perennes o multianuales, como se verá más adelante. Así, el ciclo Primavera-Verano (P-V) abarca las siembras establecidas de marzo a septiembre; en tanto que el ciclo Otoño-Invierno (O-I) comprende cultivos que se establecen entre los meses de octubre a febrero. En ambos ciclos, así como en los cultivos multianuales, se manejan dos regímenes de humedad: riego y temporal. En el primer caso, el agua proviene de presas (aguas superficiales) o de pozos (agua del subsuelo).

En 2019 la superficie sembrada en el estado fue de 948,000 ha, lo que significó 98,000 ha menos que las sembradas en 2012 (1.05 millones de hectáreas). Ese 10% de disminución de la superficie sembrada se concentró en la condición de temporal, que pasó de 549,000 ha (2012) a 451,000 ha (2019). En contraste, la superficie de riego sembrada en 2019 fue de 491,000 ha, con lo que prácticamente fue la misma superficie de 2012. Se debe señalar que, en los años 2016, 2014 y 2013 la siembra con riego disminuyó en 41,000, 20,5000 y 19,000 ha, respectivamente (Gráfica 3).

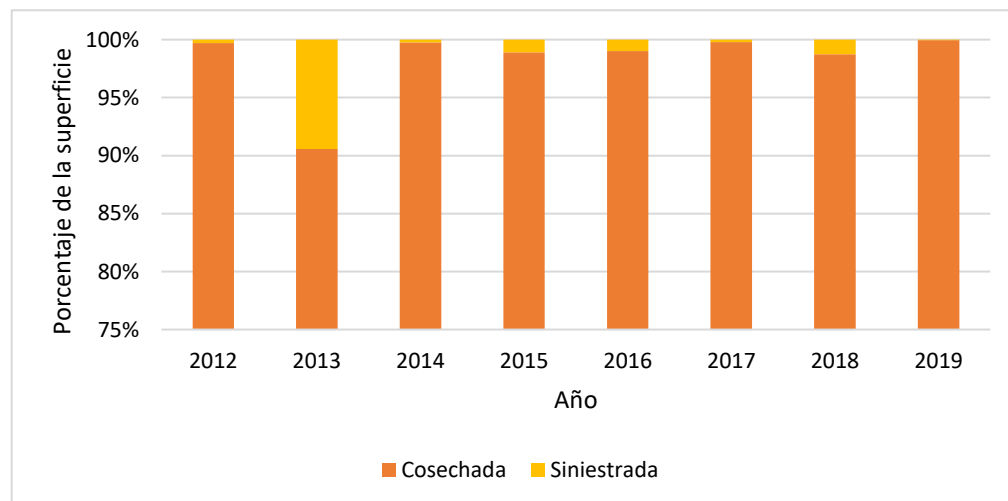
Gráfica 3.- Superficie de riego sembrada en Guanajuato (2012-2019)



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP, 2020.

En cuanto a la siniestralidad en los cultivos, la superficie de riego registró un promedio de 2% en el periodo 2012- 2019, destacando el año 2013 cuando la superficie siniestrada fue del 9% (Gráfica 4).

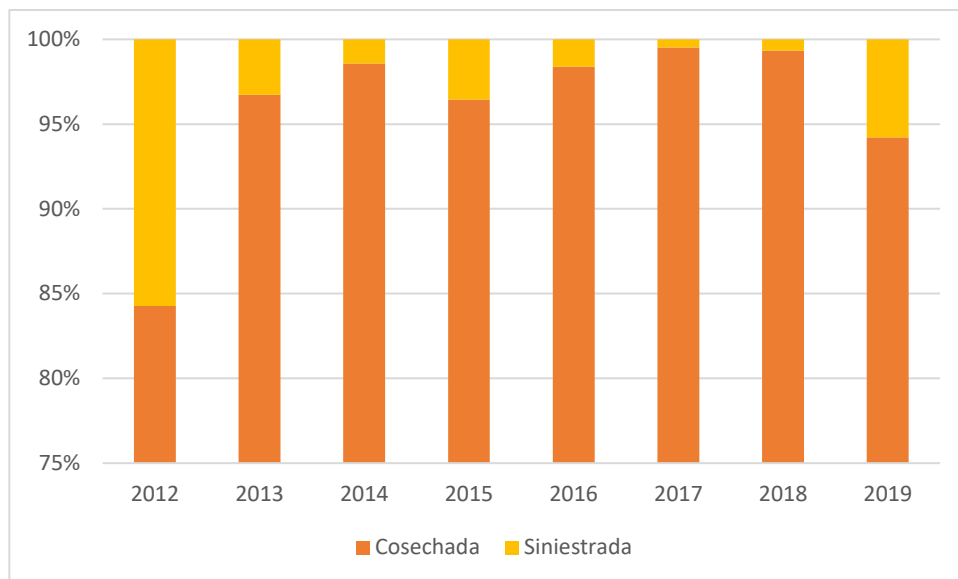
Gráfica 4. Superficie de riego siniestrada (2012-2019)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, 2020

En la superficie de temporal se presentó una siniestralidad promedio de 4% en el mismo periodo, sobresaliendo el año 2012 cuando se perdió alrededor del 15% de la superficie sembrada (Gráfica 5).

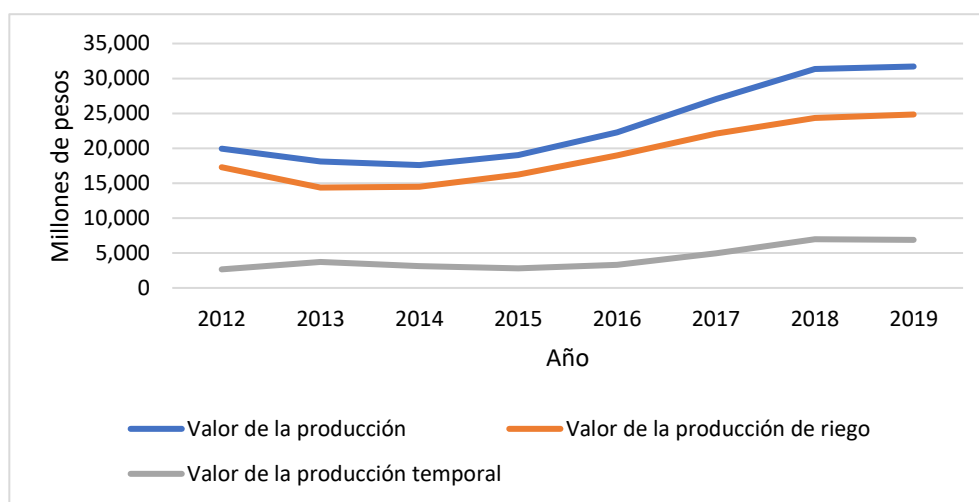
Gráfica 5.- Superficie de temporal siniestrada (2012-2019)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, 2020

Por otra parte, desde 2012 el valor de la producción agrícola ha crecido a una tasa anual de 20% a precios corrientes. Así, el valor de la producción agrícola en 2019 fue de 31.7 mil millones de pesos. De este monto, el 78% (24.8 mil millones de pesos) se generó en la superficie con riego y el 22% (6.9 mil millones de pesos) en la superficie de temporal (Gráfica 6 y Cuadro 4).

Gráfica 6.- Valor de la producción agrícola total y por tipo de régimen de humedad



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP 2020

Cuadro 6.- Valor de la producción agrícola de Guanajuato (2012-2019)

Año	Valor de la producción (millones de pesos)		
	Total	Riego	Temporal
2012	19,947	17,291	2,656
2013	18,091	14,371	3,720
2014	17,592	14,471	3,120
2015	19,038	16,248	2,789
2016	22,286	18,958	3,327
2017	27,056	22,078	4,978
2018	31,335	24,364	6,971
2019	31,709	24,837	6,872

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, 2020

Los cultivos más importantes en la superficie con riego en 2019 fueron: maíz blanco con 140,021 ha (28% de la superficie con riego), sorgo con 83,932 ha (17%), cebada con 53,601 ha (11%), alfalfa verde con 44,235 ha (9%), trigo grano suave con 38,952 ha (8%) y brócoli con 23,934 ha (5%).

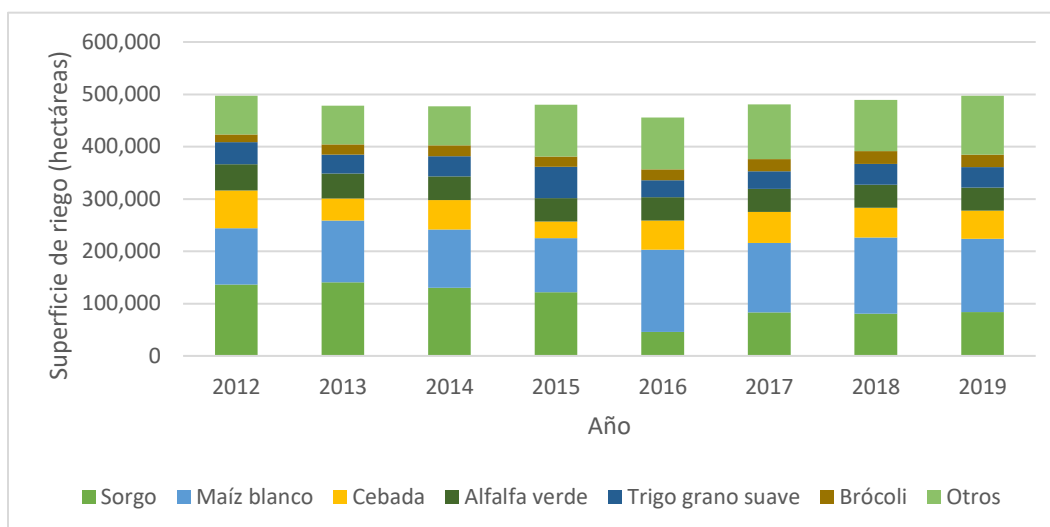
Cuadro 7.- Superficie de cultivos con riego más importantes (2019)

No.	Cultivo	Superficie (ha)	Proporción del total
1	Maíz blanco	140,021	28%
2	Sorgo	83,932	17%
3	Cebada	53,601	11%
4	Alfalfa verde	44,235	9%
5	Trigo grano suave	38,952	8%
6	Brócoli	23,934	5%
7	Otros (141 cultivos)	112,571	23%
	Total	497,247	100%

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, 2020.

En el periodo 2012-2019 ha habido un cambio en la superficie de riego ocupada por los principales cultivos. Los cultivos sorgo, cebada, alfalfa verde, trigo grano suave, avena forrajera en verde disminuyeron su superficie sembrada en 39%, 26%, 12%, 8% y 13%, respectivamente. En contraste, en el mismo periodo, los cultivos de maíz blanco, brócoli, trigo grano cristalino, lechuga romana y maíz forrajero en verde, aumentaron su superficie sembrada con riego en 31%, 62%, 121%, 60% y 28%, respectivamente (Gráfica 7).

Cuadro 8. Principales cultivos en superficie de riego (2012-2019)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP 2020.

De acuerdo con datos del SIAP, de los cultivos más importantes por superficie con riego sembrada en 2019, el brócoli y la lechuga (romana) fueron los que mayor valor generaron, le siguió la alfalfa verde con la mitad del valor, después el maíz grano blanco con la tercera parte del valor, con menos del 30% del valor cebada, trigo y frijol, y por último el sorgo con la cuarta parte del valor de brócoli y lechuga romana. (Cuadro 6).

Cuadro 9.- Valor de la producción por cultivo en Guanajuato

Cultivo	Ton/ha	Precio medio rural (\$/Ton)	Valor de producción por hectárea (\$/ha)
Brócoli s/clasificar	17.12	6,207	106,270
Lechuga romana	31.9	3,146	100,372
Alfalfa verde s/clasificar	83.64	685	57,372
Maíz grano blanco	8.71	4,047	35,257
Cebada grano s/clasificar	6.02	4,783	28,799
Trigo grano suave	6.71	4,280	28,724
Frijol flor de mayo	2.33	11,989	27,934
Sorgo grano s/clasificar	7.21	3,469	25,014

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, 2021.

Estadísticas de producción y costos por tipo de sistema riego y cultivo

En el Cuadro 7 se muestran los costos de producción y utilidades estimadas de los principales cultivos con riego bajo la tecnología Bombeo-Mejorada-Fertilizado (BMF). Si a los costos señalados se agregan intereses por financiamiento y renta de la tierra (las dos últimas filas del cuadro), que representan costos de oportunidad, únicamente el sorgo tiene una utilidad mínima y el brócoli utilidades relevantes, ya que el resto de los cultivos registran pérdidas.

Cuadro 10. Costos y utilidades esperadas por cultivos con tecnología BMF en Guanajuato

Cultivo	Maíz Blanco	Sorgo	Cebada	Trigo grano suave	Brócoli
Ciclo	PV 2020	PV 2020	OI 2019-2020	OI 2019-2020	OI 2019-2020
a) Costos de producción					
<i>Preparación del Terreno</i>	5.500	5.500	5.350	5.350	5.350
<i>Siembra</i>	7.333	2.563	2.416	2.560	20.060
<i>Fertilización</i>	6.843	5.675	6.009	7.227	9.855
<i>Labores culturales</i>	600	600			
<i>Riegos</i>	3.929	3.929	4.636	4.636	4.636
<i>Control de plagas, malezas y enfermedades</i>	4.945	3.026	4.195	4.195	9.914
<i>Cosecha, selección y empaque</i>	4.200	3.200	2.450	2.325	6.800
<i>Comercialización</i>	2.964	2.470		1.950	5.100
<i>Diversos</i>	2.400	2.400	2.400	2.400	11.485
Total	38.714	29.363	27.456	30.643	73.200
<i>Rendimiento promedio (ton/ha)</i>	12	10	7	8	17
<i>Precio Promedio (\$/ton)</i>	4.000	3.950	4.900	4.557	6.500
<i>Ingreso promedio (\$/ha)</i>	48.000	39.500	34.300	34.178	110.500
Utilidad probable (\$/ha)	9.286	10.137	6.844	3.535	37.300
b) Otros costos					
<i>Financiamiento (intereses)</i>	3.294	2.483	2.153	2.402	4.247
<i>Renta de la tierra (\$/ha/ciclo)</i>	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000

Fuente: Elaboración propia con datos de FIRA (2020).

Patrón de cultivos y calendario de riegos

La producción de cultivos en Guanajuato es diversa y, de acuerdo a la SADER, para los granos más importantes en el estado (maíz, sorgo, trigo, cebada y frijol), la superficie sembrada bajo condiciones de riego pasó de 388,000 a 342,000 ha (2018), significando una reducción del 12 por ciento. Esto tuvo

un comportamiento similar a la agricultura de temporal, que se redujo en 115,000 ha, pasando de 565,000 a 450,000 ha (20% menos que el año anterior). De manera global, los granos pasaron de ocupar una superficie de 953,000 a 792,000 ha (equivalente a una reducción del 17%).

En cuanto a la producción agrícola, ésta pasó de 6,836,000 a 9,189,000 ton (incremento del 34%). No obstante, es importante resaltar que la producción obtenida bajo condiciones de riego pasó de 6,108,000 a 8,061,000 ton (incremento del 32%), mientras que en temporal fue de 729,000 a 1,128,000 ton (incremento del 55%).

En la productividad (ton/ha) de alfalfa, espárrago y fresa se presentaron aumentos importantes: el primer cultivo aumentó su productividad promedio estatal en un 42% (de 56.1 a 79.5 ton/ha); en tanto que el espárrago incrementó en 148% (de 3.1 a 7.7 ton/ha), y la fresa cambió de productividad de 11.3 a 32.5 ton/ha (186% de aumento en productividad).

A nivel estatal, los cultivos de maíz y sorgo son los que mayor peso relativo tienen en el Patrón de Cultivos dominante en el estado, en tanto que otros cultivos tradicionalmente importantes, como trigo y cebada, tuvieron una disminución permanente en su superficie (Ilustración 2).

Una nueva plaga denominada pulgón amarillo del sorgo (*Melanafis sachari*), que se presentó en 2016, ha hecho que la superficie de este cultivo disminuya y la mayoría de los productores lo sustituyeran por maíz. Tanto el maíz como el sorgo tienen un calendario de riegos similares: un riego durante la siembra y tres riegos de auxilio.

Por otra parte, el brócoli ocupa la mayor importancia económica en lo que a hortalizas se refiere, con la siembra de 11,320 ha en riego y una producción anual esperada de 198,381 ton. El resto de cultivos, en orden de importancia por superficie sembrada, son: frijol, cebada, trigo, avena forrajera, maíz forrajero, cebolla, chile, garbanzo, lechuga, maíz elotero, zanahoria, jícama, cacahuete, tomate verde, coliflor, jitomate, girasol, calabacita, pepino, camote, repollo, espinaca, lenteja y apio.

Ilustración 4.- Patrón de cultivos en el estado de Guanajuato

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total riegos
Maíz			Siembra	Desarrollo del cultivo				Cosecha					
Número de riegos en maíz			1	1	1	1							4
Sorgo			Siembra	Desarrollo del cultivo				Cosecha					
Número de riegos en sorgo			1	1	1	1							4
Trigo	Desarrollo del cultivo				Cosecha							Siembra	
Número de riegos en trigo	1	1	1	1								1	5
Cebada	Desarrollo del cultivo			Cosecha								Siembra	
Número de riegos en cebada	1	1	1									1	4
Ajo		Cosecha							Siembra				
Número de riegos en ajo	1								2	1	1	1	6
Alfalfa	Desarrollo del cultivo												
Número de riegos en alfalfa	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	17
Hortalizas	Desarrollo del cultivo												
Número de riegos en hortalizas	1	1	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	29

Fuente: elaboración propia con datos de campo y la Agenda Técnica Agrícola-Guanajuato (SAGARPA.SENASICA.INIFAP).

El Concepto de eficiencia en el riego

La eficiencia de riego se define por la eficiencia de conducción y la eficiencia de aplicación. Para la primera, la FAO reporta los siguientes datos:

Cuadro 11. Eficiencia de conducción en dos condiciones

Tipo de acequia	Parcelas < 20 ha	Parcelas > 20 ha
<i>Sin revestir</i>	60 a 75 %	80 %
<i>Revestida o tubería</i>	70 a 90 %	90 a 95 %

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO, 2011

Lo anterior reporta pérdidas de agua generadas por infiltración y evaporación en el canal de conducción. Cuanto estos son sin revestimiento, las pérdidas pueden ser entre el 20% y 40%; en tanto que con revestimiento se pueden presentar pérdidas del 30% por evaporación. Si la conducción es mediante condición entubada, se alcanza el 95% de eficiencia.

El parámetro de eficiencia de aplicación está definido por dos tipos de eficiencias:

- Grado de uniformidad en la aplicación del agua sobre el área irrigada. Cuando se aplica el agua de riego, dependiendo del método utilizado, se obtiene una buena o mala distribución del agua en el área regada; lo que significa que cada punto o sitio de dicha área no recibe la misma cantidad de agua. Esto es la uniformidad de distribución del agua, también denominada eficiencia de distribución (Efd).

- b) La Eficiencia de aplicación (Efa) se define como la relación entre el volumen de agua almacenado en la zona de raíces (VZR) para uso consuntivo y el volumen total aplicado (VTA). Dependiendo del método de riego, se pueden producir grandes o pequeñas pérdidas durante la aplicación del agua al suelo. En otras palabras, la Efa indica el porcentaje de agua aprovechado por el cultivo.

Con el fin de tener un criterio para calificar las eficiencias de aplicación, la FAO reporta las eficiencias según el método de riego (Cuadro 10).

Cuadro 12. Eficiencias de aplicación con diferentes métodos

Método de riego	Eficiencia de Aplicación (Efa)	Eficiencia de almacenaje en zona de raíces (Efzr)	Eficiencia de Uniformidad (Efu)
Gravedad	0,40	0,85	0,60
Surcos	0,55	0,85	0,75
Melgas	0,60	0,90	0,70
Aspersión	0,90	1,00	0,85
Goteo	0,95	1,00	0,90

Fuente: FAO. 2008. El Desarrollo del Micro riego en América Central.

Piezometría de los acuíferos

El registro piezométrico de los acuíferos de Guanajuato (2018) se presenta en el Cuadro 11, donde se ve que la mayoría de los límites inferiores se encuentran por debajo de los 100 m de profundidad, y por la disminución registrada entre 2017 y 2018 la tendencia continúa en los siguientes años.

Cuadro 13. Piezometría de los acuíferos de Guanajuato (2018)

Clave	Acuífero	Datos históricos	Profundidad 2018 nivel Estático (m)	Abatimiento 2017 -2018 (m/año)
1101	Xichú-Atarjea	15 m (1999)	57-96	
1103	Ocampo	85 – 170 m (1999)	16 - 182	0.5 – 2.4
1104	Laguna Seca	24 – 60 m (1978)	39 - 180	1.0 – 1.9
1106	Dr. Mora-San José Iturbide	24-60 m (1978)	72-170	1.0 – 1.6
1107	San Miguel de Allende	47 m (1978)	26-164	1.0 – 1.7
1108	Cuenca Alta del Río Laja	32-59 m (1977)	39 - 195	1.0 – 1.8
1110	Silao-Romita	35 a 60 m (1980)	28-217	0.5 – 1.6
1111	La Muralla	30 m (1990)	62 - 168	1.0 – 2.2

1113	Valle De León	20 – 50 m (1970)	36-168	1.0-2.1
1114	Río Turbio	5 a 35 m (1969)	16 - 182	-0.5 – 1.8
1115	Valle de Celaya	1 a 24 m (1956)	33-172	0.5 – 2.2
1116	Valle de La Cueva	102-120 m (1981)	31-242	0.5 – 1.5
1117	Valle de Acámbaro	6 – 70 m (1999)	2-91	0.5 – 1.1
1118	Salvatierra-Acambaro	20 – 100 m (1999)	9 - 131	1 – 2.2
1119	Irapuato-Valle	30 a 60 m (1986)	27-176	1.0-2.2
1120	Pénjamo-Abasolo	25 a 30 m (1980)	29 - 161	1.0 – 1.9
1121	Lago de Cuitzeo	7 – 84 m (1999)	5 - 123	0.5 – 1.0
1122	Ciénega Prieta-Moroleón	13 a 17 m (1971)	15-134	1.0 – 1.9
2412	Jaral de Berrios-Villa De Reyes	40 a 50 m (1980)	16 - 158	1.0 – 1.9
2417	Santa María del Río	100-140 (2000)	130-185	1.0-2.5

Fuente: Elaboración propia con datos de Comisión Estatal de Agua de Guanajuato 2019

Zonas de mayor escasez

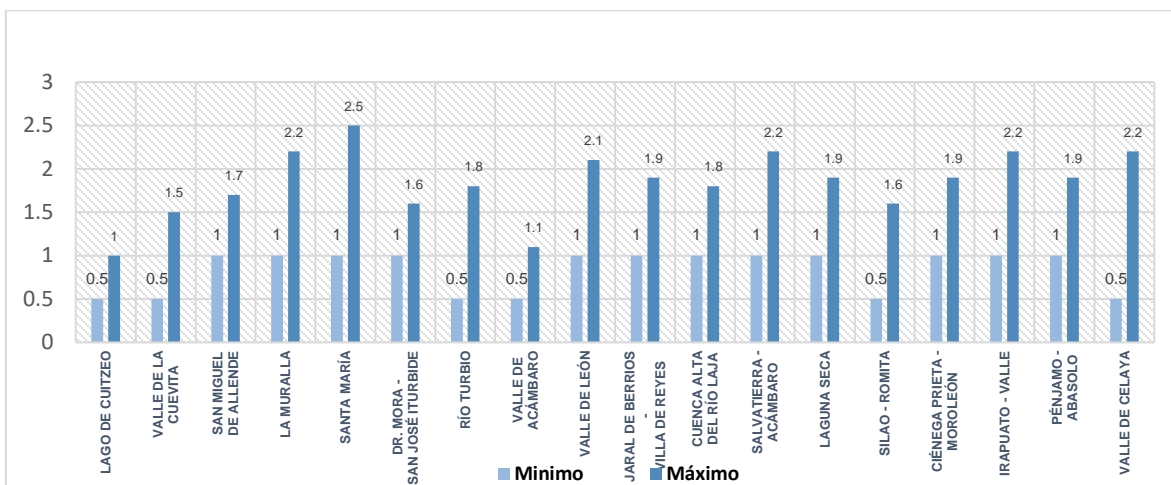
En este reporte se consideran zonas con escasez de agua aquellas que presentan el mayor déficit por el aprovechamiento de agua subterránea y no aquellas donde se presentan zonas con baja precipitación. Esto obedece a que la presente evaluación se centra en las aguas subterráneas.

En 2018 la CONAGUA señala que la regionalización del agua subterránea en Guanajuato está delimitada por 20 acuíferos, de los cuales 18 (90%) están sobreexplotados. Esta es una situación alarmante que pone en riesgo el abasto de consumo de agua para los diversos usos: urbano, agrícola e industrial.

Los acuíferos que mayor requerimiento de agua necesitan para uso agrícola son: Irapuato-Valle, Valle de Celaya y Pénjamo-Abasolo, que ocupan la mitad del volumen total requerido a nivel estatal. Por su parte, la Comisión Estatal del Agua en Guanajuato señala que el volumen de extracción de agua subterránea para uso agrícola se incrementó en 13% de 1999 a 2017, pasando de 2,924 a 3,378 Mm³/año. El excesivo ritmo de extracción con relación a la rapidez de recarga de los mantos freáticos origina descensos que van de 1 a 4 m/año en los niveles de los acuíferos. La Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial de Guanajuato interpreta el abatimiento de acuífero como una situación de riesgo por la agudización en el abasto de agua para consumo urbano debido a la sobreexplotación de los acuíferos en el estado.

En la siguiente gráfica se muestra el abatimiento por acuífero:

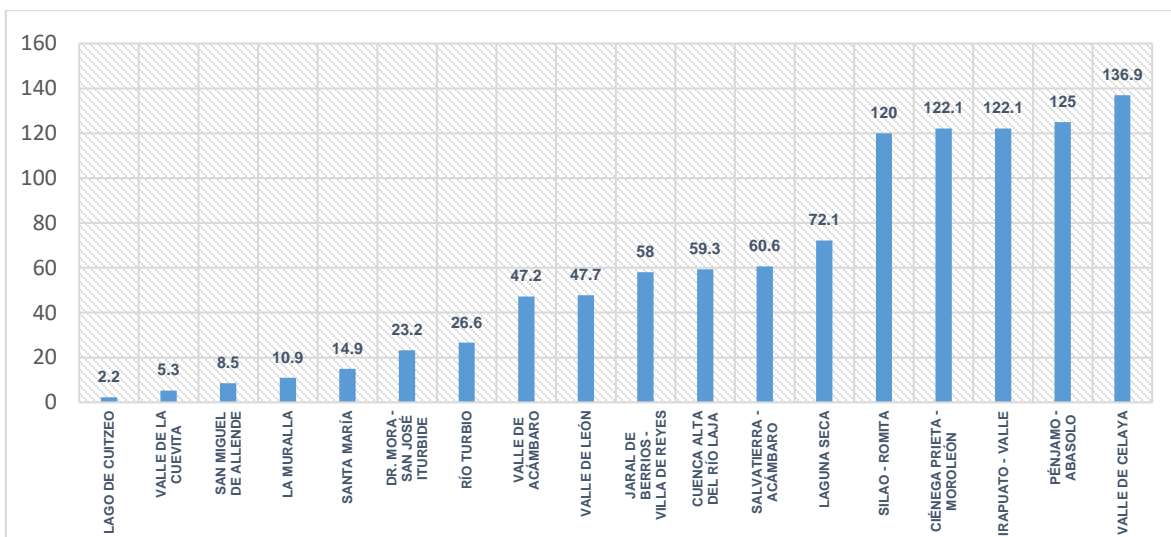
Gráfica 7.-Abatimiento de acuíferos en Guanajuato (2017 - 2018)



Fuente: Comisión Estatal del Agua en Guanajuato, febrero de 2019.

Cuando la descarga total de agua al año es mayor a la recarga total del acuífero se genera un déficit. Así, de los 18 acuíferos que se encuentran sobreexplotados, el del Valle de Celaya es el de mayor déficit (136.9 Mm³), seguido de Pénjamo-Abasolo (125 Mm³) e Irapuato-Valle (122.1 Mm³), tal como se muestra a continuación:

Gráfica 8.- Déficit en Mm³ por acuífero de Guanajuato



Fuente: Comisión Estatal del Agua en Guanajuato. Compendio del agua subterránea en Guanajuato, 2018.

En la entidad se pueden identificar tres grandes territorios con serios problemas de exceso de extracción y que se prevé significará un problema generalizado, con posibles conflictos entre los sectores agrícola, industrial y urbano:

1. GRUPO 1. El territorio con mayor población, industrialización y agricultura desarrollada. Comprende las zonas de Celaya, Irapuato-Valle de Santiago, Pénjamo-Abasolo, Silao-Romita. Aquí está el mayor déficit de agua subterránea: de 120 a 136 Mm³
2. GRUPO 2. Territorio con San Luis de la Paz, Salvatierra, Cuenca Alta del Río Laja, León y Acámbaro. Aquí se presenta déficit que varía de 47.2 a 72.1 Mm³. Esto podría dar la idea de un menor problema que en el Grupo 1, pero se trata de zonas en donde la precipitación es más baja, condición que magnifica el problema.
3. GRUPO 3. El territorio restante en el estado, que presenta los valores de déficit menores debido a que se encuentran en condiciones climatológicas y geológicas adversas para la agricultura de riego. El déficit varió de 2.2 a 26.6 Mm³.

En Guanajuato, el proceso de sobreexplotación ha rebasado toda posibilidad reversible de recuperación. Sin embargo, es posible mantener estable el funcionamiento de los acuíferos a partir de la concientización y participación de los que reciben los beneficios del recurso.

VI. EL PROGRAMA DE TECNIFICACIÓN DEL RIEGO EN GUANAJUATO

Problemática que intenta abordar el programa en el estado

La sobreexplotación de los mantos acuíferos provoca que, en algunas zonas del estado, los niveles dinámicos de las aguas profundas desciendan hasta 2.5 m/año. Esta situación crítica según el Programa Estatal Hidráulico, en gran parte se relaciona con las bajas eficiencias en el uso del agua de riego, la cual se estima, en términos generales, en un 40%, de tal suerte que del volumen de agua extraída la mayor parte no llega a los cultivos.

Por otra parte, el agua de riego de los almacenamientos superficiales o presas, presenta grandes pérdidas, principalmente en el proceso de distribución de las mismas. Aquí, los factores principales son la infraestructura de canales y represas obsoletas o con falta de mantenimiento, así como una inadecuada aplicación de los riegos a nivel parcelario.

El uso desmedido del agua de riego —aunado en muchos casos a la carencia de infraestructura de conducción y aplicación de agua de riego— obliga a establecer políticas públicas encaminadas a buscar un mejor uso, incrementando las eficiencias de conducción y aplicación de agua de riego.

Concepto de uso eficiente del agua de riego

El concepto de “uso eficiente del agua” incluye cualquier medida que reduzca la cantidad de agua que se utiliza por unidad de cualquier actividad, y que favorezca el mantenimiento o mejoramiento de la calidad de agua (TATE, 1993).

La mala calidad del agua disminuye su disponibilidad, de modo que ésta es una de las causas de la escasez del recurso. La afirmación de que la crisis del agua no es un problema de escasez sino de gestión, implica que los procesos de gestión no son solamente de almacenamiento y distribución, sino que también debe atenderse el cuidado de la calidad del recurso y su administración (Monforte & Cantú, 2009). Asimismo, la desigualdad social respecto al acceso y disponibilidad del agua, aunada a la pérdida de la calidad para su utilización directa de la fuente han sido el origen de la crisis del agua.

Para fines de administración del agua en México, el país se ha dividido en 757 cuencas referentes a aguas superficiales y 653 acuíferos de aguas subterráneas. Entre estos últimos, 105 están sobreexplotados (CONAGUA, 2019).

El mayor uso del agua en México es el agrícola, con un 76% del total concesionado. Al año 2017 la superficie sembrada bajo riego en México fue de 6.5 millones de hectáreas, de las cuales un poco más de la mitad se ubican en 86 distritos de riego, y el restante en más de 40 mil unidades de riego. En cuanto al estado de Guanajuato, se tienen aproximadamente 1.2 millones de hectáreas dedicadas a la agricultura, y se siembran anualmente alrededor de un millón. Poco más de una tercera parte (416,690 ha) de la superficie corresponde a tierras de riego.

Del volumen total de agua utilizado en el sector agrícola del estado de Guanajuato, un 34% proviene de aguas superficiales y un 66% de agua subterránea, y de acuerdo a la Comisión Estatal del Agua en Guanajuato⁴, operan 15,375 aprovechamientos de agua subterránea. De ellos, 76% son para uso agrícola, 21% para uso doméstico y abrevadero, y 3% de pozos para uso industrial. Aproximadamente el 80% de los pozos opera con eficiencias menores al 50% por el mal funcionamiento de los equipos electromecánicos.

A principios de los 90, la conducción del agua de los pozos hasta las parcelas agrícolas se efectuaba, en su mayoría, por canales sin revestir o acequias, lo que originaba pérdidas de aproximadamente 35% por filtración al suelo y un 5% por evaporación. Además, en la aplicación del agua en el riego parcelario también se pierde una cantidad considerable, que puede ser hasta del 65 por ciento. Desde luego, estas cantidades varían en función de los tipos de terreno y de las prácticas particulares de irrigación.

Como consecuencia directa de los desequilibrios entre la recarga y la extracción, en el 90% de los acuíferos del Estado hay evidencias de sobreexplotación, y desde 1976 se han impuesto vedas para la conservación del recurso.

Definición del problema

El Programa aquí evaluado, de acuerdo a su Matriz de Marco Lógico (MML), contribuye a atender el problema de la **ineficiencia en el uso agua** en las unidades de producción agrícola del estado de Guanajuato, mediante la tecnificación de riego. Sin embargo, el problema público reconocido en el

⁴ <http://hidroclima.guanajuato.gob.mx/ceagdem/casgpc/CASG.html>

Programa de Gobierno 2018-2024 es la sobreexplotación de 18 de los 20 acuíferos que hay en el estado. Por lo tanto, se recomienda que el problema principal que debiera atender el programa es la ineficiencia en el uso del agua en las unidades de riego agrícolas (pozos), y no de las unidades de producción agrícola.

La eficiencia promedio agrícola en 2016 fue del 50.03%, es decir, de cada litro utilizado en la agricultura, 49.97% no es realmente utilizado, mientras que los sectores industrial y urbano tienen 84.76 y 58%, respectivamente.

Descripción del problema

Diversas regiones del mundo experimentan problemas de déficits hídricos. Esto ha incrementado por la demanda por los recursos hídricos estáticos o en disminución, y las sequías, generadas por factores climáticos. El déficit hídrico es producido también por la contaminación de las aguas residuales de ciudades en expansión, que en muchas ocasiones solo han sido tratadas de manera parcial; así como por la contaminación de los acuíferos por diversas fuentes. La FAO en su publicación *afrentar la escasez de agua 2013* menciona que la escasez de agua en todos sus aspectos acarrea altos costos económicos, sociales e, incluso, políticos.

La contaminación industrial por hidrocarburos, solventes y cromo, así como la utilización de agroquímicos, ocasiona una disminución de la disponibilidad del agua para los usos productivos y el abastecimiento local, aumentando el deterioro de la calidad del agua superficial.

La CONAGUA en su publicación *“Estadísticas del Agua”* (2016) señala que México recibe aproximadamente 1,449,471 Mm³ de agua en forma de precipitación. De ese volumen, se estima que el 72.1% se evapotranspira y regresa a la atmósfera; el 21.4% escurre por los ríos o arroyos, y el 6.4% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos⁵.

La FAO (2013) señala que la agricultura es el sector más sensible a la escasez de agua. Es considerado como un usuario ‘residual’ del agua, después de los sectores doméstico e industrial; pero supone el

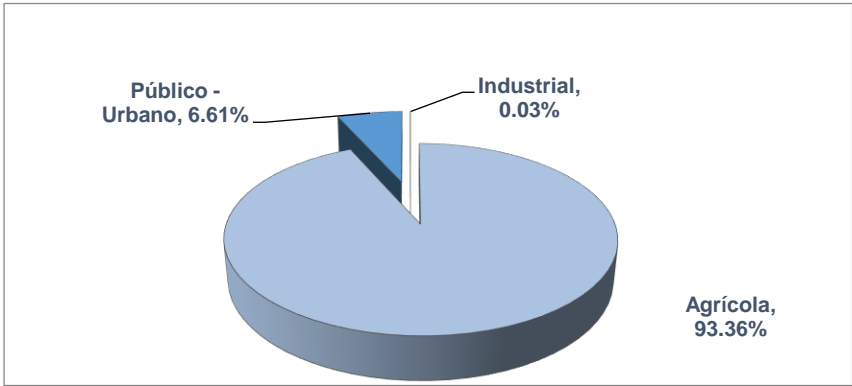
⁵ Algunos de los acuíferos tienen periodos de renovación, entendidos como la razón de su almacenamiento estimado entre su recarga anual, que son excepcionalmente largos. A estos acuíferos se les considera entonces como aguas no renovables.

70% de las extracciones globales de agua dulce y más del 90 % del uso consuntivo. También es el sector con más posibilidades u opciones de ajuste. La competición intersectorial por el agua es más evidente en los grandes centros urbanos, pero la escasez puede surgir en cualquier área de captación en la que la intensificación de la agricultura en las áreas de cabecera reduzca el suministro de agua aguas abajo.

En 2001, Guanajuato tenía una superficie agrícola aproximada de 1.2 millones de hectáreas, de las cuales se irrigaban el 34% y el 66% eran de temporal. De la superficie de irrigada, el 60% empleaba aguas del subsuelo mediante la operación de 11,603 pozos agrícolas, lo que representaban 408 mil hectáreas de riego. De éstas, 244.8 mil hectáreas eran de agua subterránea (SAGARPA, 2002).

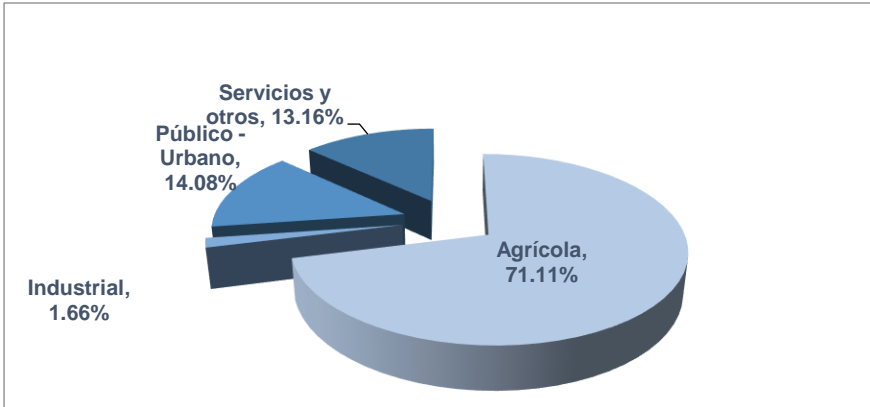
La CONAGUA reporta que el mayor volumen de agua, tanto superficial como subterránea, se utiliza para el sector agrícola: en promedio, poco más del 80% (Gráficas 10 y 11).

Gráfica 9.- Volumen de agua superficial concesionada



Fuente: Programa Estatal Hidráulico de Guanajuato 2015.

Gráfica 10. Volumen de agua subterránea concesionada



Fuente: Programa Estatal Hidráulico de Guanajuato 2015.

Algunas causas de la ineficiencia en el uso del agua en las unidades de riego son:

- **Coordinación entre instituciones.** El uso del agua para uso agrícola tiene como principales actores reguladores a instituciones federales y estatales responsables de la agricultura y el agua, así que entre ellas se requiere coordinación, a fin de atender sus atribuciones específicas. Además, por la importancia económica y social de la agricultura en Guanajuato, así como de la disponibilidad y gestión del agua en general, hay vínculos de coordinación intersectoriales que se tienen que establecer o reforzar.
- **Baja tecnificación de riego para la agricultura.** La falta de tecnificación ocasiona que el agua no se utilice adecuada y oportunamente en las unidades de producción agrícola. La modernización y la tecnificación en los sistemas de riego es una alternativa para mitigar los efectos negativos de la sequía que impacta al campo mexicano debido a que fomenta el uso eficiente del agua y disminuye el volumen que se consume normalmente para riego agrícola (INFORURAL, 2012).
- **Falta de capacitación sobre tecnificación de riego.** Se deben considerar aspectos de capacitación y asesoría al productor sobre la operación del sistema de riego, de tal forma que cuándo y cuánto regar sea claro, y que efectivamente se propicie un ahorro de agua que genere mayor productividad de alimentos (Comisión Estatal del Agua de Guanajuato, 2014).
- **Baja cultura de aprovechamiento racional del agua.** El primer problema que enfrenta México es la falta de conciencia social sobre el valor real del agua, tanto por parte de la autoridad como de los usuarios agrícolas y urbanos. Ello se manifiesta en un uso ineficiente, muchas veces descuidado, de este recurso. Cuando la información y la educación son de mala calidad, los intentos por mejorar la eficiencia en el uso del agua mediante los tratos económicos probablemente resulten poco viables (Palacio Velez & Escobar Villagrán, 2016).
- **Marco jurídico poco alienable para la gestión sustentable del agua.** Si no se modifican normas y códigos, será difícil mejorar la eficiencia en el uso del agua. Los estatutos municipales (tal como las tarifas del agua y los recargos por alcantarillado) rigen la eficiencia. Un movimiento hacia una mejoría en la eficiencia en el uso requiere la modificación de estos estatutos. De la misma manera, habría que instituir legalmente el cobro de regalías a usuarios que se auto suministran el agua (TATE, 1993).
- **Aumento de la contaminación.** En la medida en que aumentan los niveles de contaminación en el agua, se pierde la capacidad de utilizarla en actividades de uso humano. Por otra parte, desde el punto de vista ambiental, la contaminación se traduce en deterioro de los

ecosistemas, lo que a su vez provoca cambios en el ciclo hidrológico y repercute en la disponibilidad. Como evidencia clara del problema en la entidad, la CONAGUA (2018) señala que en el estado de Guanajuato se cuenta con tres de los ríos más contaminados del país: Río Turbio, Río Temascalío y Río Lerma. Aun cuando se han efectuado numerosos proyectos y campañas para mitigar el daño derivado de la contaminación no se ha visto una mejora sustancial en la calidad del agua de estas importantes corrientes. Además de los ríos antes mencionados existen otros seis con problemas debido a la contaminación.

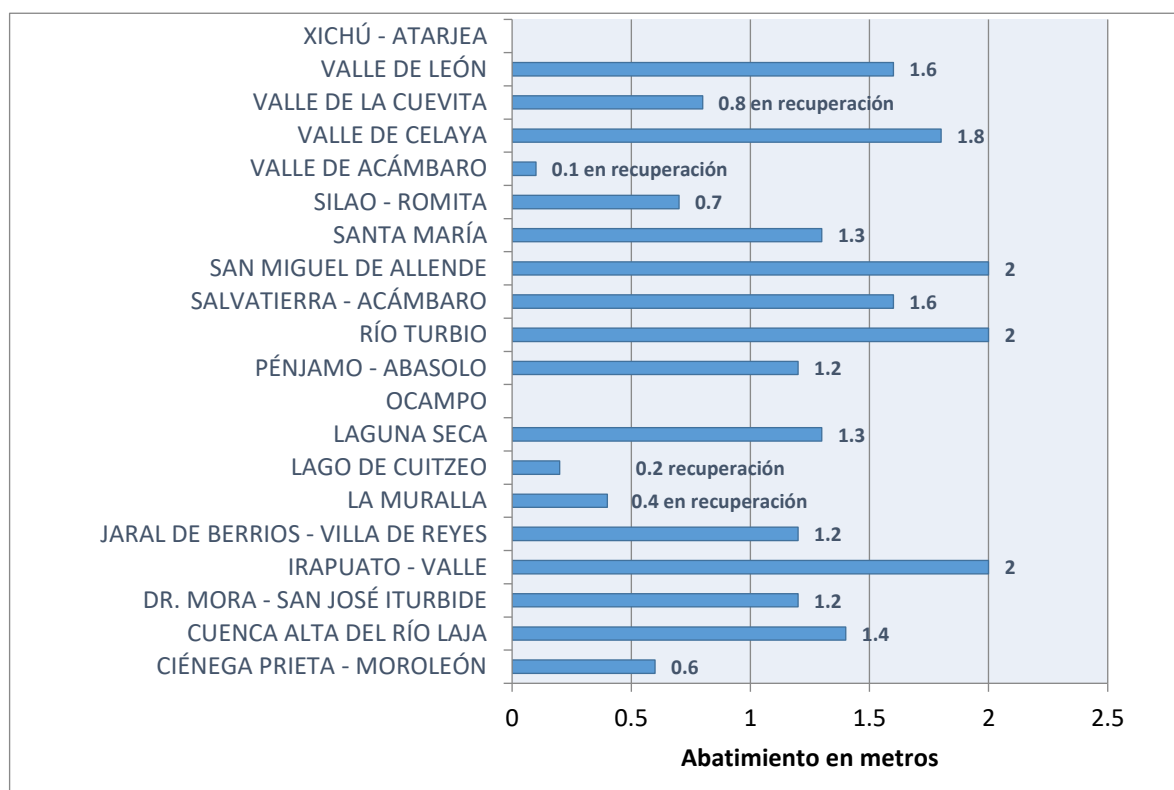
- **Conflictos entre el uso agrícola, industrial y municipal.** La agricultura de riego suele ser el usuario más importante del agua, aunque en varias zonas metropolitanas de nuestro país los sectores urbano e industrial ya sean más importantes que el sector agrícola. Con el crecimiento poblacional y el desarrollo de la economía se han agudizado en muchas partes los conflictos por el uso de los escasos recursos hídricos. En este conflicto de uso, el sector agrícola tendrá que aumentar de forma considerable su eficiencia y deberá reducir el consumo de agua en beneficio de los usuarios domésticos e industriales, que de acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales (2013) tienen prioridad sobre los usuarios agrícolas.

Impactos de la ineficiencia del uso del agua

Como resultado de la ineficiencia en el uso del agua, se genera una sobreexplotación de los acuíferos. El Diagnóstico Climatológico y Prospectiva sobre Vulnerabilidad al Cambio Climático en el Estado de Guanajuato (2010), señala que desde 1998 el déficit hídrico aumentó de manera drástica, colocando al estado en sobreexplotación, siendo éste un factor negativo para el desarrollo económico y social. Dicho diagnóstico advierte que, en pocos años, la falta de agua sería uno de los grandes problemas, ya que, a partir del 2030, algunas de las presas y pozos que la región tiene, reducirán considerablemente su nivel. Ello llevaría a la reducción de las cosechas y, por ende, la falta de alimentos. Esta situación, en combinación con otros efectos negativos climáticos, como son el aumento de las temperaturas extremas (altas y bajas) y la escasez de lluvias, pondrán en condiciones de estrés a la agricultura en la entidad.

La CONAGUA (2018) señala que el estado de Guanajuato es la segunda entidad federativa con mayor sobreexplotación de acuíferos, solo superado por Puebla. En condiciones de sobreexplotación, los pozos se pueden secar si el nivel freático cae por debajo de su profundidad inicial, lo que ocurre ocasionalmente en años de sequía, y por las mismas razones se pueden agotar los manantiales.

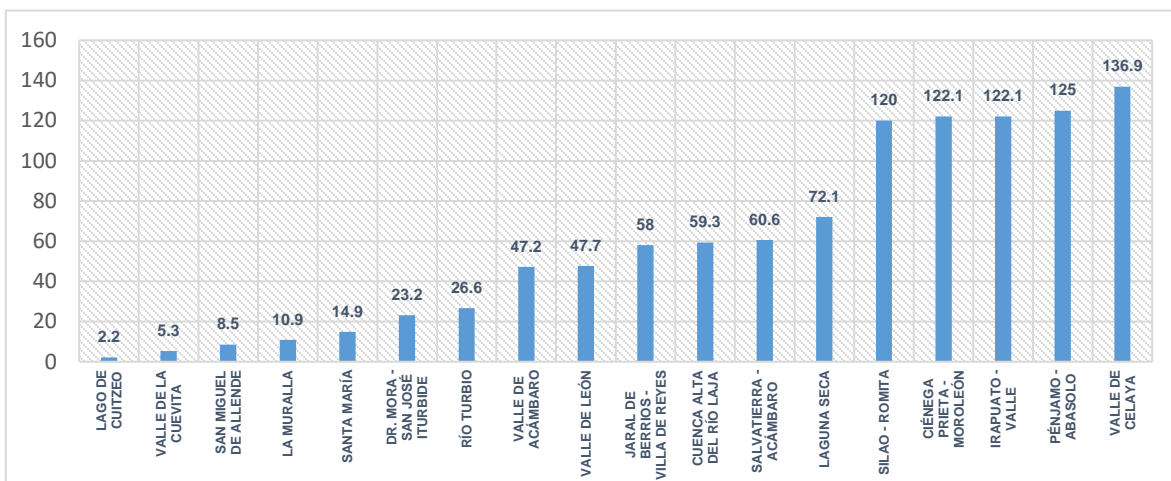
Gráfica 11. Abatimiento promedio anual por acuífero (2000-2016)



En Guanajuato, cada año los mantos acuíferos se agotan en promedio de 1.7 a 2 m, y cada vez se tiene que extraer el agua a mayor profundidad: entre 253 a 300 metros, así lo ha reportado la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG) y el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL), que realizan el monitoreo y medición de una red de 924 pozos en el estado.

La regionalización del agua subterránea en Guanajuato está delimitada por 20 acuíferos, 18 de ellos sobreexplotados (CONAGUA, 2018). Por su parte, la Comisión Estatal del Agua en Guanajuato señala que el volumen de extracción de agua subterránea para uso agrícola se incrementó en 13% de 1999 a 2017, al pasar de 2,924 a 3,378 Mm³/año. El excesivo ritmo de extracción con relación a la rapidez de recarga de los mantos freáticos origina descensos que van de 1 a 2 m/año en los niveles de los acuíferos. En cuanto al déficit, este va desde los 2.2 Mm³ (Lago de Cuitzeo) hasta los 136.9 (Valle de Celaya), y en cinco de los 18 acuíferos con sobreexplotación, el déficit supera los 120 Mm³ (Gráfica 13).

Gráfica 12. Déficit en los acuíferos de Guanajuato



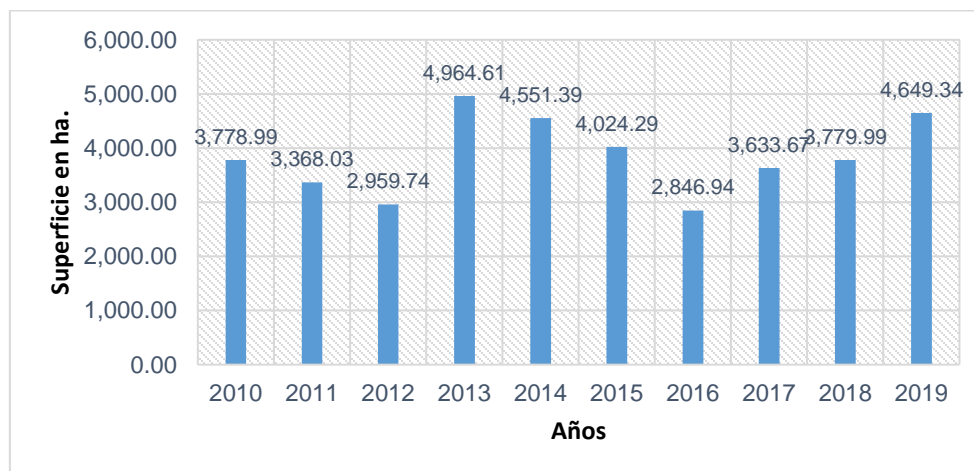
Fuente: Comisión Estatal del Agua en Guanajuato. Compendio del agua subterránea en Guanajuato, 2018.

Apoyos otorgados por el Programa de Tecnificación de Riego (2010-2020)

Superficie beneficiada

De 2010 a 2019, a través del Programa Mi riego Productivo (antes Tecnificación de Riego), se apoyó una superficie total de 38,556 ha, siendo el 2013 el año en que hubo una mayor superficie beneficiada: casi cinco mil hectáreas (Gráfica 14).

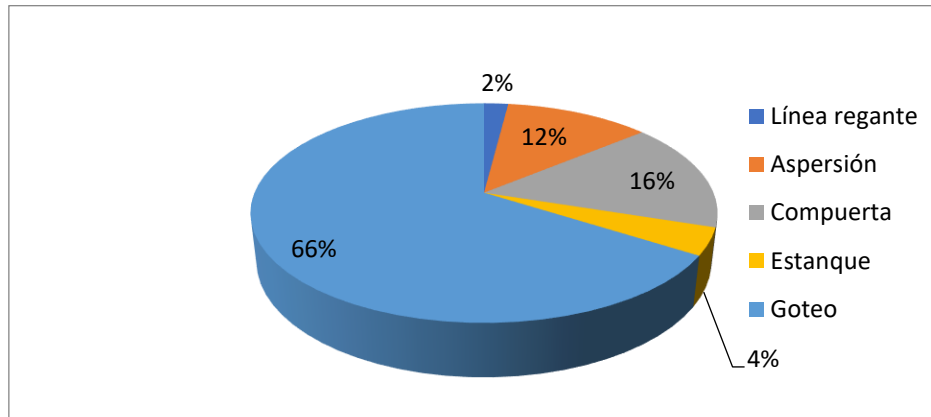
Gráfica 13. Superficie anual apoyada por el Programa



Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR 2010-2019

Al hacer el análisis por tipo de sistema de riego, el sistema por goteo es el rubro que mayor superficie se ha apoyado en los diez años del PTR: 25,440 ha, equivalente al 66% del total de la superficie apoyada:

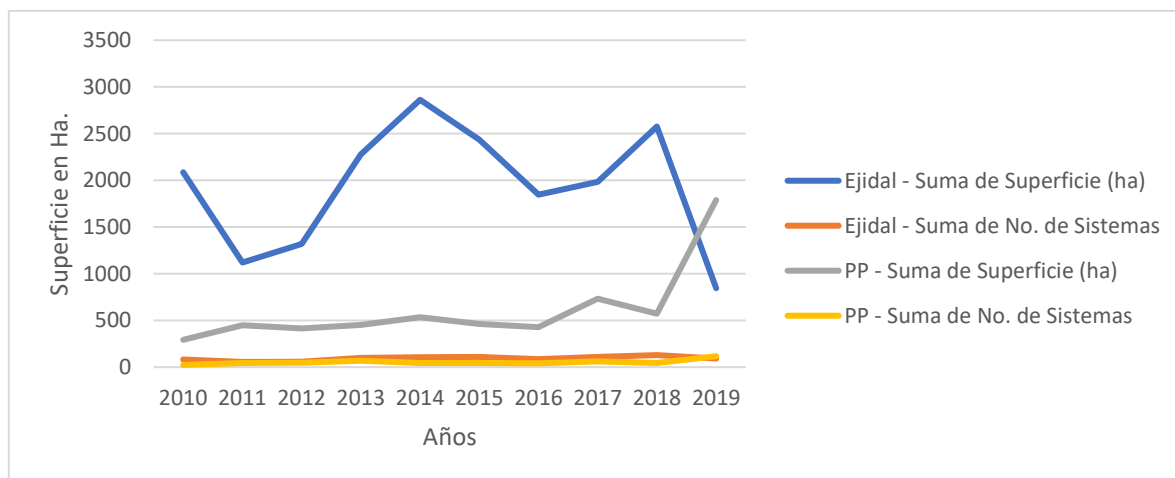
Gráfica 14. Superficie apoyada por tipo de sistema de riego



Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR 2010-2019

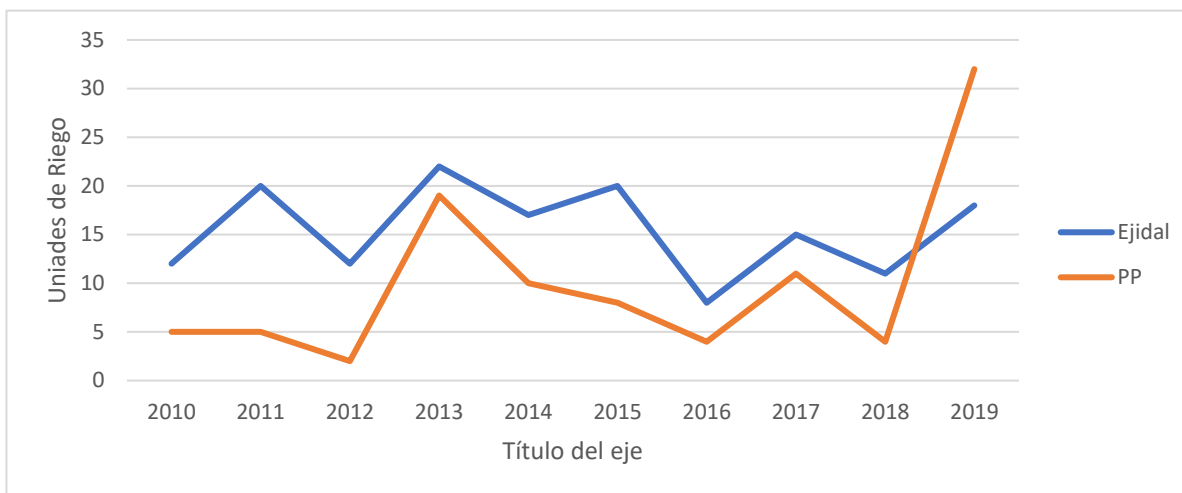
Con base en los registros administrativos del PTR (2010 – 2019), claramente predominaron (hasta 2018) los apoyos en las Unidades de Riego Ejidales sobre las de pequeña propiedad. Sin embargo, en 2019 se dispararon los apoyos a la pequeña propiedad y se redujeron los ejidales (Gráficas 17 y 18).

Gráfica 15. Distribución de apoyos del Programa por tenencia de la tierra



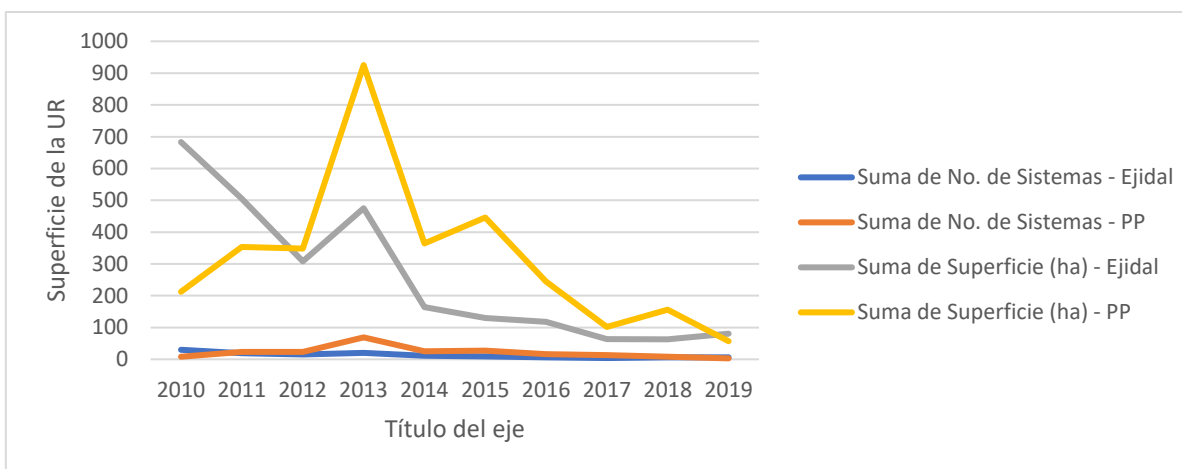
Fuente: Elaboración propia con registros del trabajo de campo de la Evaluación de PTR (2010-2019)

Gráfica 16. Distribución de apoyos del Programa en riego por aspersión por tenencia de tierra



Fuente: Elaboración propia con registros del trabajo de campo de la Evaluación del PTR (2010-2019)

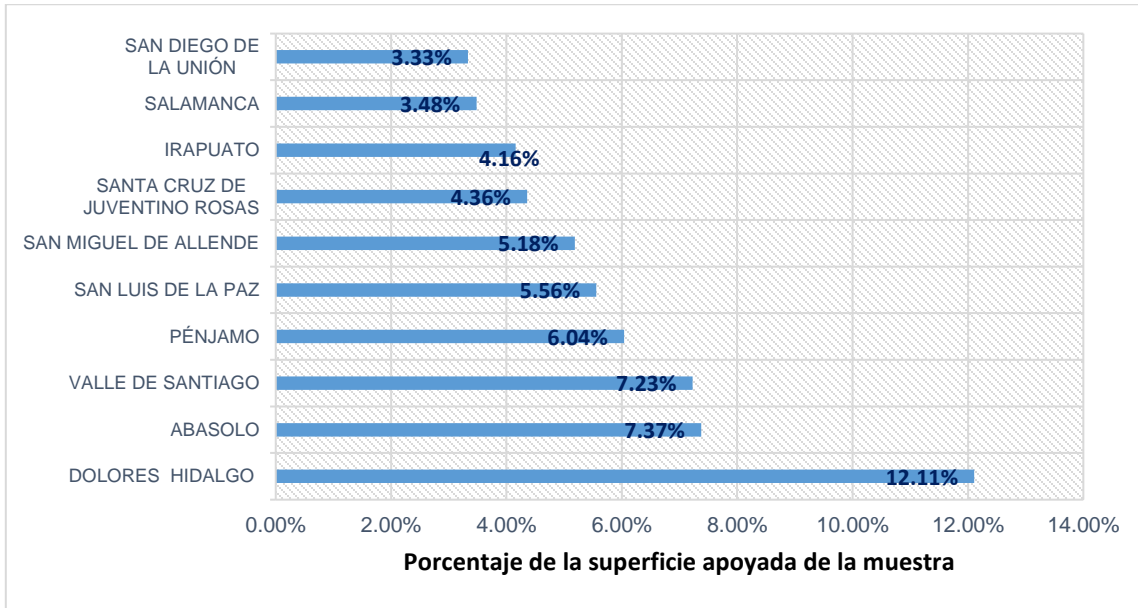
Gráfica 17. Distribución de apoyos del Programa en riego por compuertas por tenencia de tierra



Fuente: Elaboración propia con registros del trabajo de campo de la Evaluación de Tecnificación de Riego. 2010-2019

En el periodo 2010 - 2019, los 10 municipios con más superficie apoyada se muestran en la siguiente gráfica. De éstos, el municipio con la mayor superficie fue Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia, con 4,669.46 ha, equivalentes al 12.11% del total.

Gráfica 18. Porcentaje de superficie apoyada en los 10 municipios principales (2010-2019)⁶



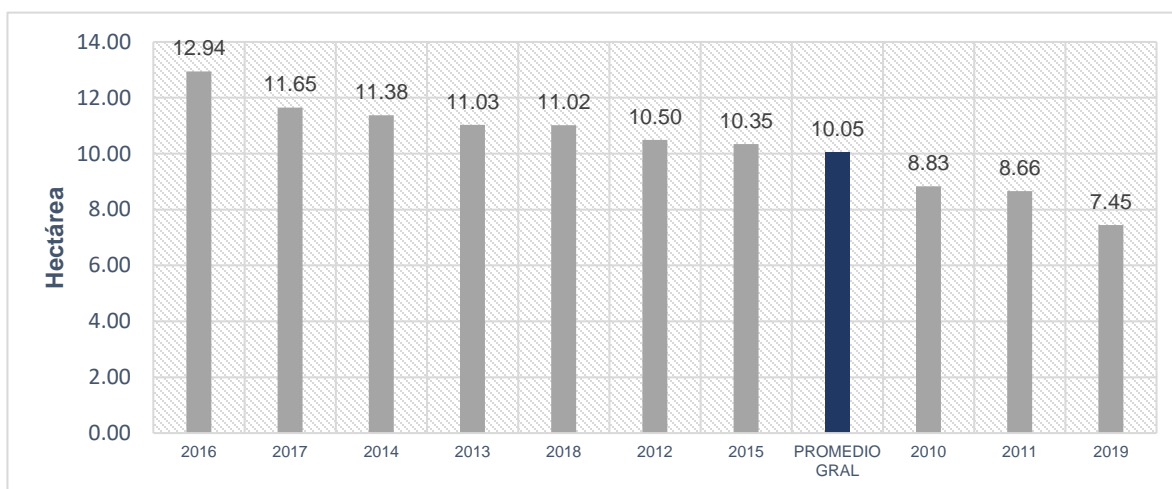
Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Los datos anteriores, contrastan con las zonas de mayor déficit de extracción de agua subterránea, donde el Valle de Celaya es el más deficitario (ver Gráfica 13).

La superficie promedio apoyada por el PTR ha tenido variaciones a lo largo del periodo 2010-2019, siendo el valor más alto 12.94 ha (2016), y 7.45 ha (2019) el más bajo. El promedio de todo el periodo fue de 10.05 ha (Gráfica 20).

⁶ Nota: En el caso de los 32 municipios con menor superficie apoyada, revisar la tabla "Superficie apoyada por municipio"

Gráfica 19. Promedio de superficie beneficiada por productor (2010-2019)



Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Pozos beneficiados

Como puede observarse en el Cuadro 12, en el estado hay 11,664 pozos destinados al uso agrícola, 3,269 para abastecimiento público y 442 para uso industrial.

Cuadro 14. Características de los acuíferos del Estado de Guanajuato

ACUÍFERO	APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA (POZOS)	POZOS			PORCENTAJE DE EXTRACCIÓN			ABATIMIENTO PROMEDIO ANUAL (2000-2016)
		AGRÍCOLA	ABASTECIMIENTO PÚBLICO	INDUSTRIA	AGRÍCOLA	ABASTECIMIENTO PÚBLICO	INDUSTRIA	
1 CIÉNEGA PRIETA - MOROLEÓN	920	695	212	13	85	14	1	0.6
2. CUENCA ALTA DEL RÍO LAJA	1091	685	387	19	89	10	1	1.4
3. DR. MORA - SAN JOSÉ ITURBIDE	519	386	104	29	82	10	7	1.2
4. IRAPUATO - VALLE	2319	1773	422	124	74	15	11	2
5. JARAL DE BERRIOS - VILLA DE REYES	640	514	104	22	78	5	17	1.2
6. LA MURALLA	71	28	42		78	22		0.4 (recuperación)
7. LAGO DE CUITZEO	96	80	16		84	16		0.2 (recuperación)
8. LAGUNA SECA	638	511	126	1	95	4	1	1.3
9. OCAMPO	57	19	38		11.5	88.5		nd
10. PÉNJAMO - ABASOLO	1779	1518	249	12	94	5	1	1.2
11. RÍO TURBIO	930	750	170	10	86	13	1	2
12. SALVATIERRA - ACÁMBARO	378	306	70	2	84	16		1.6
13. SAN MIGUEL DE ALLENDE	276	236	38	2	89	9	1	2
14. SANTA MARÍA	74	58	16		93	7		1.3
15. SILAO - ROMITA	1375	1056	288	31	89	9	1	0.7

16. VALLE DE ACÁMBARO	532	404	117	11	87	11	1	0.1 (recuperación)
17. VALLE DE CELAYA	2441	1830	540	71	83	12	5	1.8
18. VALLE DE LA CUEVITA	97	37	60		65	35		0.8 (recuperación)
19. VALLE DE LEÓN	1015	736	185	94	63	34	3	1.6
20. XICHÚ - ATARJEJA	127	42	85		64	36		ND
TOTAL	15,375	11,664	3,269	442				

Fuente: Comisión Estatal del Agua en Guanajuato. Compendio del agua subterránea en Guanajuato, 2018.

La inversión gubernamental entre 2010 y 2019 fue de 583.4 millones de pesos (mdp) y una inversión total de 1,253 mdp, para beneficiar a 2,268 pozos⁷ (38,556 ha) del total de 11,664 pozos de uso agrícola. Esto significa que con el PTR se ha atendido el 19.4% del total de pozos agrícolas del estado, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 15. Pozos apoyados por municipio (2010-2019)

MUNICIPIO	POZOS	SUPERFICIE	PRODUCTORES	APORTACIÓN FEDERAL	APORTACIÓN ESTATAL
ABASOLO	142	2,843.13	208	23,149,117.07	21,379,180.96
ACÁMBARO	95	886.86	215	3,597,490.57	2,983,035.99
APASEO EL ALTO	31	391.21	62	2,530,066.00	1,715,075.61
APASEO EL GRANDE	87	1,156.77	123	7,398,162.73	10,843,162.62
CELAYA	67	717.92	92	5,345,958.16	6,530,044.14
COMONFORT	25	295.85	35	2,450,877.26	2,988,812.47
CORTAZAR	71	1,134.38	140	8,534,549.00	8,039,987.27
CUERÁMARO	14	177.95	40	823,082.11	1,488,517.51
DOCTOR MORA	18	595.65	44	4,160,947.11	3,444,469.47
DOLORES HIDALGO	181	4,669.46	326	32,836,975.12	43,925,040.50
GUANAJUATO	3	16.25	3	30,000.00	310,565.00
HUANÍMARO	14	197.95	28	883,130.40	3,121,749.36
IRAPUATO	116	1,603.91	175	14,297,813.72	12,956,717.17
JARAL DEL PROGRESO	51	771.31	73	4,030,170.80	5,506,504.63
JERÉCUARO	47	348.46	85	991,780.09	2,075,718.98
LEÓN	37	756.32	66	6,697,428.90	4,788,524.67
MANUEL DOBLADO	32	732.32	41	2,883,301.67	5,715,005.91
MOROLEÓN	2	19.8	2	43,200.00	445,200.00
OCAMPO	2	8.01	2	86,240.00	117,780.00
PÉNJAMO	133	2,328.22	199	16,067,819.92	15,298,109.98
PUEBLO NUEVO	1	20	20		510,000.00
PURÍSIMA DEL RINCÓN	42	1,011.32	52	7,574,823.67	6,565,821.83
ROMITA	33	378.7	48	2,482,259.50	3,819,264.34
SALAMANCA	75	1,342.48	107	9,607,697.05	11,235,185.48
SALVATIERRA	66	529.97	79	3,506,153.82	2,747,400.71
SAN DIEGO DE LA UNIÓN	47	1,285.71	52	11,092,189.52	9,952,608.14
SAN FELIPE	47	905.57	104	7,988,074.11	7,865,839.12
SAN FRANCISCO DEL RINCÓN	40	942.98	81	7,383,596.61	5,008,020.50
SAN JOSÉ ITURBIDE	37	840.9	67	5,960,087.95	8,245,853.58
SAN LUIS DE LA PAZ	85	2,143.17	167	19,305,918.29	12,952,798.74
SAN MIGUEL DE ALLENDE	79	1,998.74	146	14,893,984.59	17,778,389.41

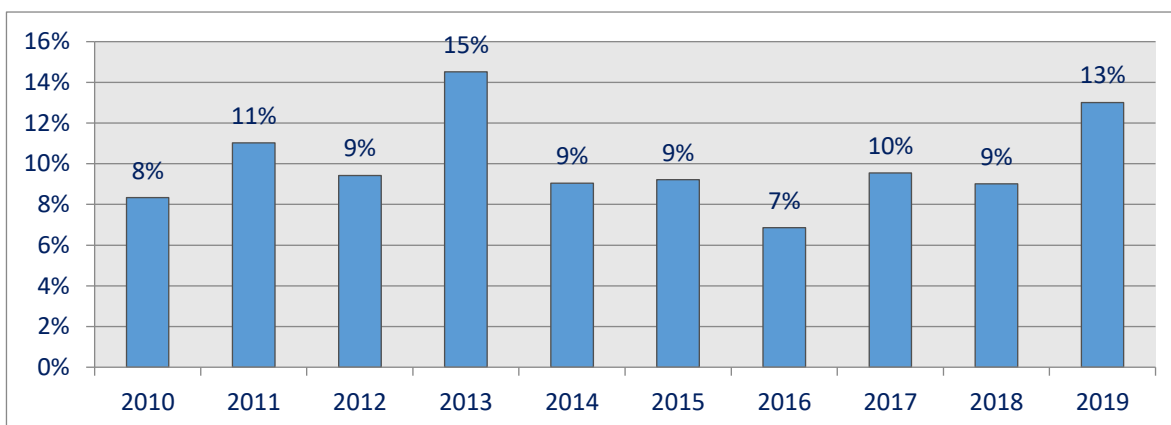
⁷ Cada unidad de riego apoyada es considerada como un pozo.

SANTA CRUZ DE JUVENTINO ROSAS	97	1,681.32	187	9,584,505.12	18,017,026.27
SANTIAGO MARAVATÍO	5	74.11	18	587,976.00	617,044.00
SILAO DE LA VICTORIA	48	646.13	48	5,711,285.39	3,761,503.44
TARANDACUAO	83	542.11	115	4,807,188.10	4,309,875.29
TARIMORO	57	443.71	57	2,223,911.07	2,202,823.69
TIERRA BLANCA	1	1	1	10,383.40	2,595.85
URIANGATO	1	4.42	1	70,720.00	0
VALLE DE SANTIAGO	296	2,787.02	366	23,721,927.36	21,272,252.58
VICTORIA	4	23.11	4	272,473.40	65,020.85
VILLAGRÁN	47	993.9	128	8,600,530.87	7,120,609.77
YURIRIA	17	308.89	30	1,785,797.07	1,651,881.53
TOTAL GENERAL	2,268	38,556.99	3,837	284,009,593.52	299,375,017.36

Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Del total de pozos apoyados, en 2013 se concentró la mayoría (15%), siendo 2016 el año en que se benefició una menora cantidad (Gráfica 21).

Gráfica 20 .-Porcentajes de pozos apoyados por año

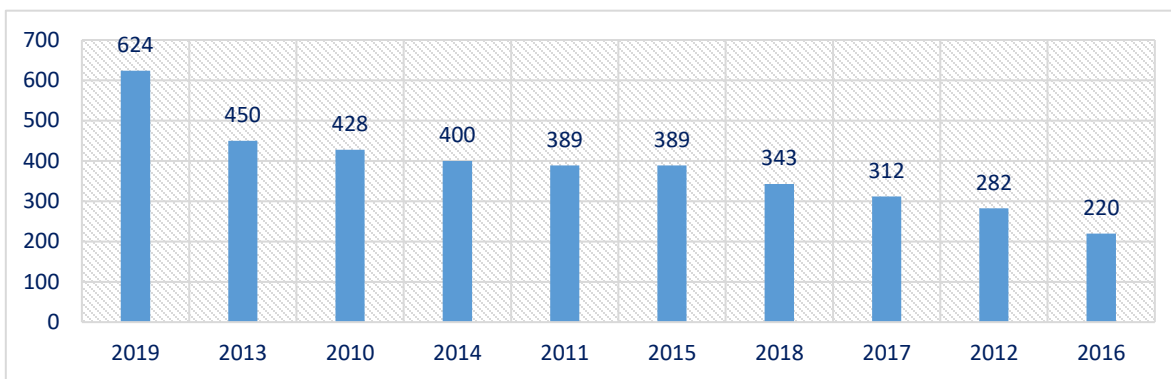


Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Beneficiarios apoyados

De 2010 a 2019 se han beneficiado a 3,837 unidades de producción agrícola, y en el último año la cantidad fue mayor: 624, que casi fue el triple que el año con menor número, que fue 2016 con 220 beneficiarios (Gráfica 23). Si bien en 2019 se apoyó al mayor número de productores, la superficie promedio por productor fue menor en 5.49 ha respecto a 2016, por lo que se presupone hay una relación indirecta entre el número de beneficiarios y el número promedio de superficie apoyada.

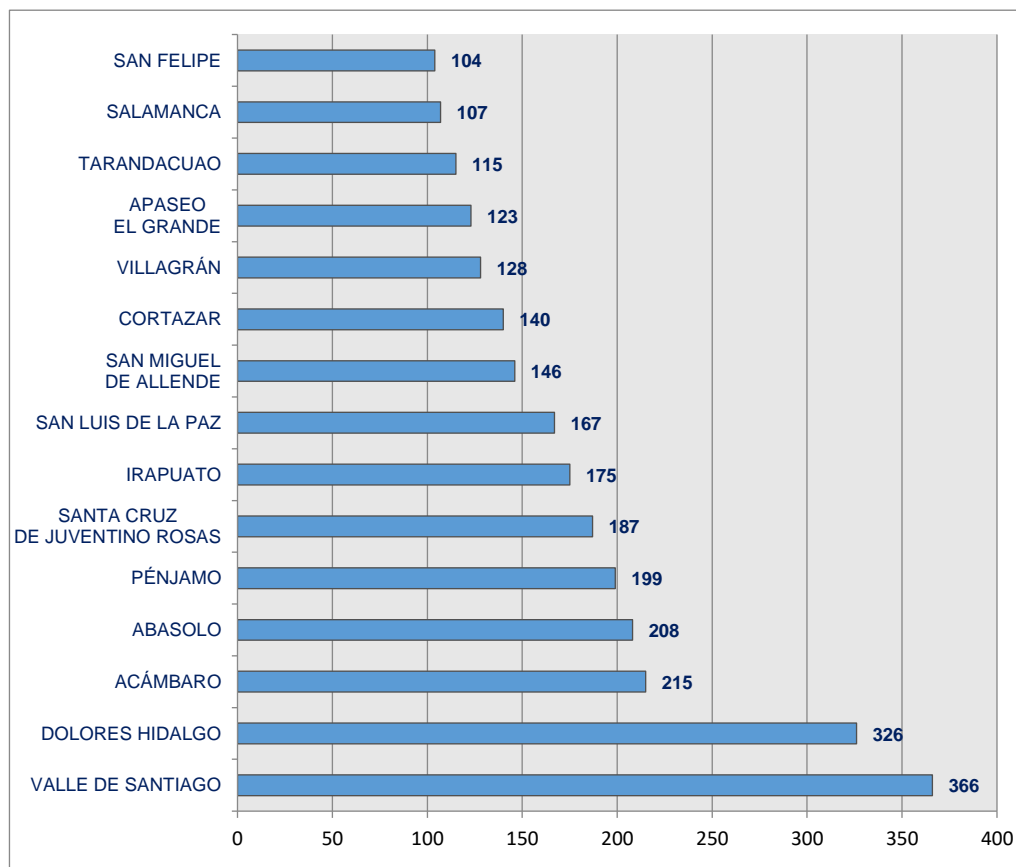
Gráfica 21. Productores apoyados por año (2010-2019)



Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

En lo que respecta a la distribución municipal, los municipios con mayor número de beneficiarios fueron: Valle de Santiago (366), Dolores Hidalgo (326), Acámbaro (215) y Pénjamo (199). En la siguiente gráfica se pueden ver éstos y otros de los municipios con más de 100 beneficiarios.

Gráfica 22. Número de productores beneficiados por municipio

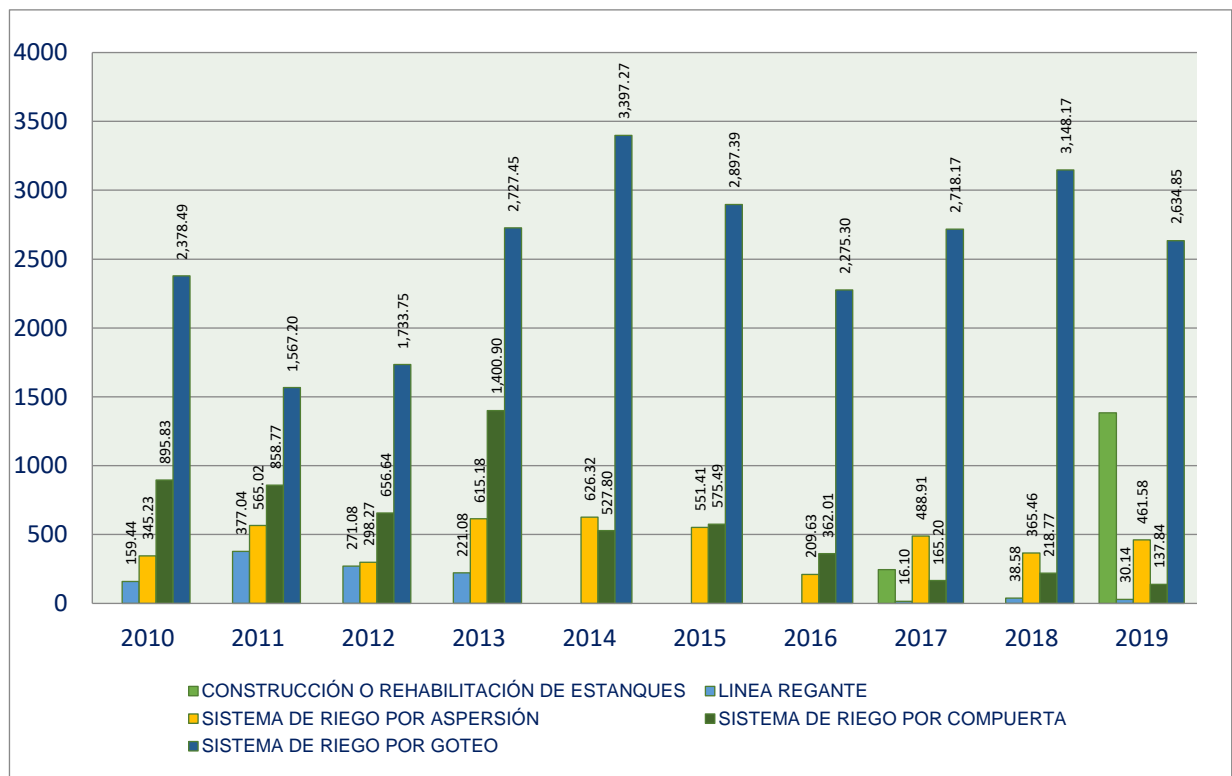


Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Componentes de apoyo otorgados

El PTR durante 2010 a 2019 otorgó cinco tipos de apoyo para sistemas de riego, destacando el sistema por goteo, que significó el 83% del total de apoyo gubernamental. A este concepto le siguieron los sistemas de riego por aspersión y de compuerta, representando el 10% y 6%, respectivamente. De manera marginal, se otorgaron recursos para los conceptos de apoyo nivelación de tierras con tecnología láser, y construcción y rehabilitación de tanques. Vale la pena hacer notar que las líneas regantes y el sistema de compuertas han disminuido en el periodo del PTR, por lo que se sugiere analizar si son conceptos que se continúan apoyando. La preponderancia de apoyo a los sistemas de riego por goteo, aspersión y compuerta, se aprecian en la siguiente gráfica:

Gráfica 23. Superficie apoyada por sistema de riego



Fuente: Elaboración con registros administrativos del programa Tecnificación de Riego. 2010-2019

El sistema de riego por goteo brinda las siguientes ventajas:

- Pocas pérdidas de agua por escorrentía; es decir, el agua que circula por la superficie.
- Bajos requerimientos de consumo de energía y de potencia en el sistema de bombeo.
- Disposición exacta del agua en el lugar en el que necesita la planta.

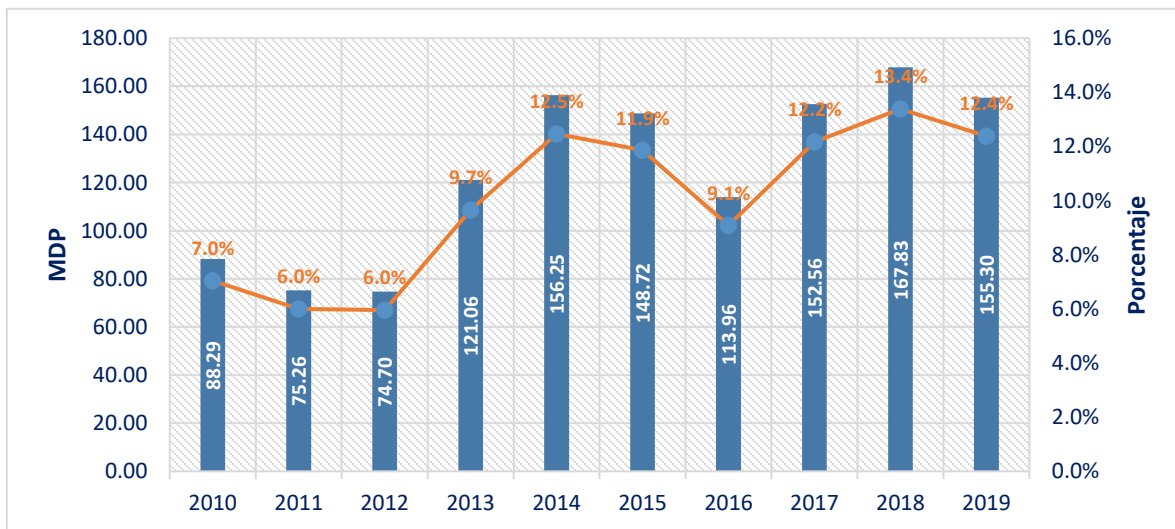
- Fertirriego, que es uno de los avances que dio el riego por goteo para el control de los nutrientes.
- Disminución de las malas hierbas.
- Reducción de los problemas de plagas en las hojas. Esto gracias a que el gotero emite el agua directamente sobre la raíz de la planta, y no empapa a la hoja, evitando el posible crecimiento de hongos.

Por su parte, el sistema de riego por aspersión, puede ser atractivo para ciertos cultivos, y es posible lograr eficiencias aceptables; no obstante, presenta inconvenientes para el productor — como son los robos de partes e instrumentos—, lo que ha provocado cierto rechazo para su adopción.

Recursos monetarios otorgados

De 2010 a 2019, el PTR contó con un total de 1,253.3 mdp, de los cuales el 53.5% fue como aportación del productor, 22.65% aportación federal y 23.87% aportación estatal. El ejercicio 2018 fue el que tuvo el mayor porcentaje de los recursos del periodo, como se muestra a continuación:

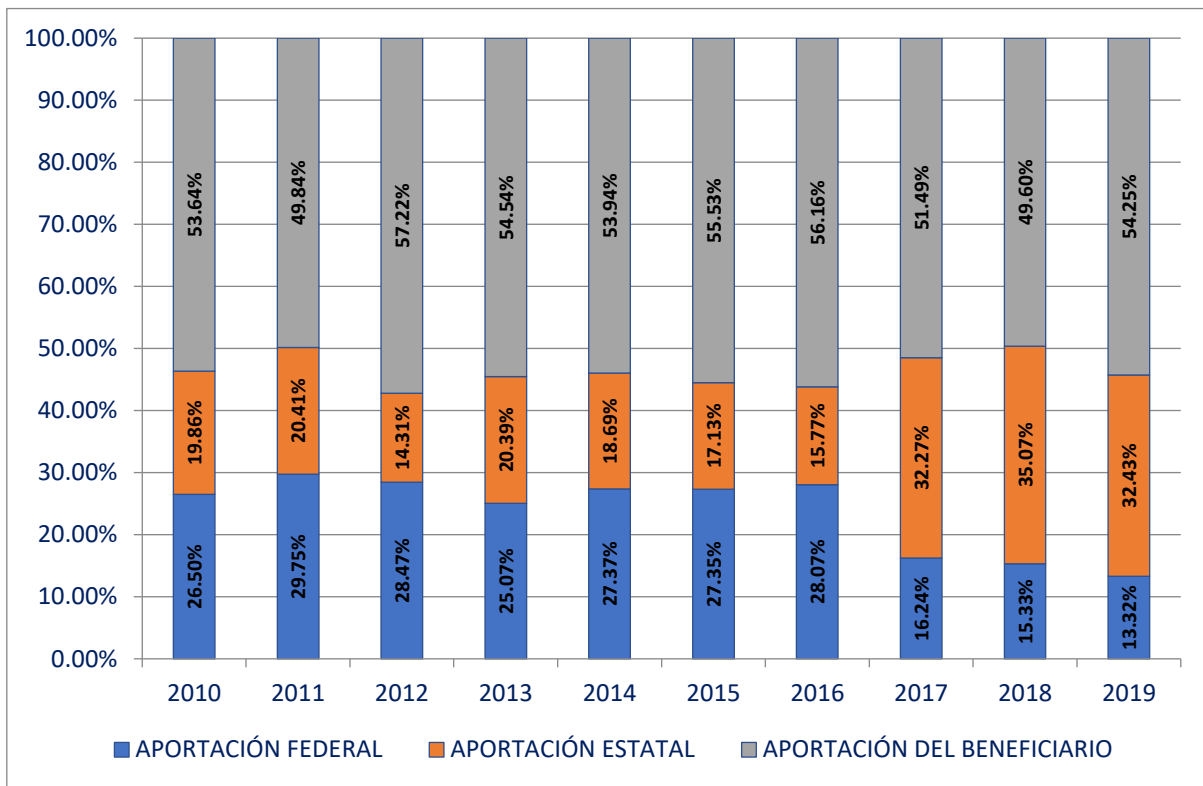
Gráfica 24. Monto total ejercido por el Programa (2010-2019)



Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Si bien 2018 fue el año en que mayores recursos se otorgaron, el 49.6% fue aportación del productor, 15.3% fue aportación federal y 35.07% aportación estatal. En contraste, 2012 fue el año en que mayor recurso federal se destinó: 66.56 % de los 74.12 mdp totales.

Gráfica 25. Porcentaje de apoyo por tipo de aportación



Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Costos de los sistemas de riego⁸

Los costos reales de los sistemas de riego han tenido un comportamiento variable en los últimos 22 años. En el periodo 1998-2019, el costo real por superficie (\$/ha) para el sistema de riego por aspersión se incrementó en un 33%; para el caso del sistema de riego por compuerta, el costo tuvo un incremento del 4%, y en el sistema de riego por goteo, el costo real disminuyó en 6 por ciento. Se debe señalar que el monto de los apoyos por superficie que el PTR ha otorgado son significativos, en tanto que representan —en promedio— el 50% del costo total de producción.

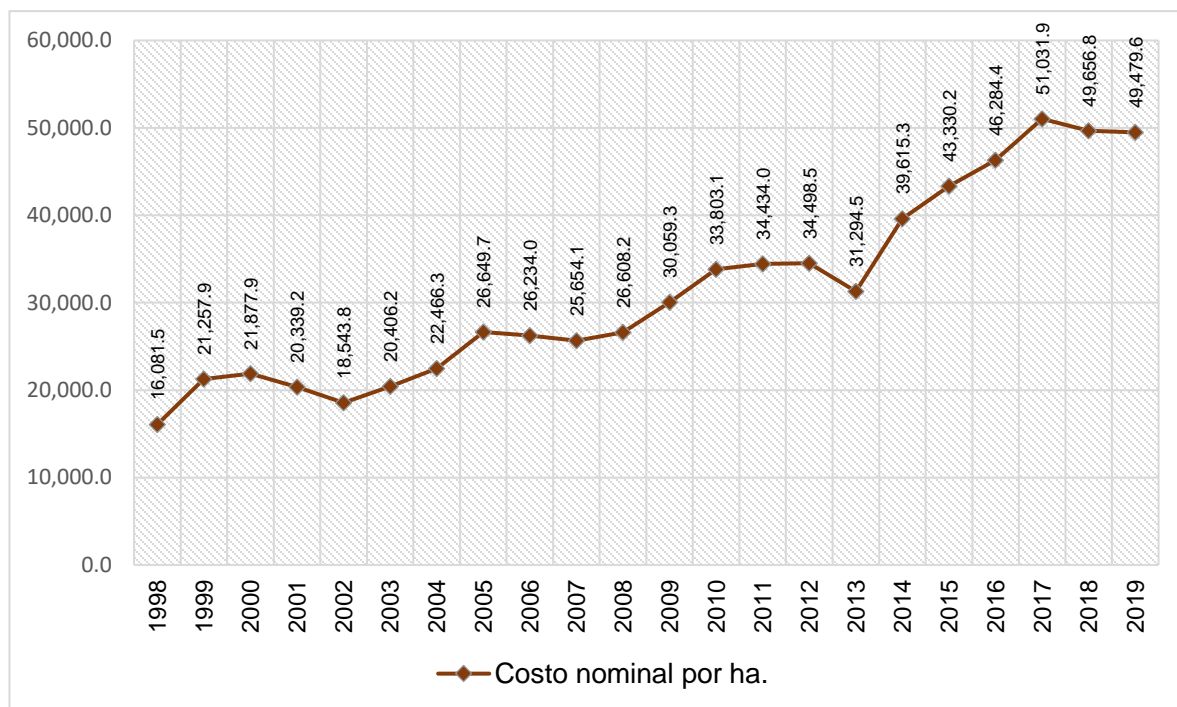
A continuación, se hace un análisis de la evolución del costo promedio a valor presente de los sistemas de riego apoyados por el Programa.

⁸ Los cálculos se realizaron tomando en cuenta el deflactor del PIB 2013, a valor presente 2019.

Costo del sistema de riego por goteo

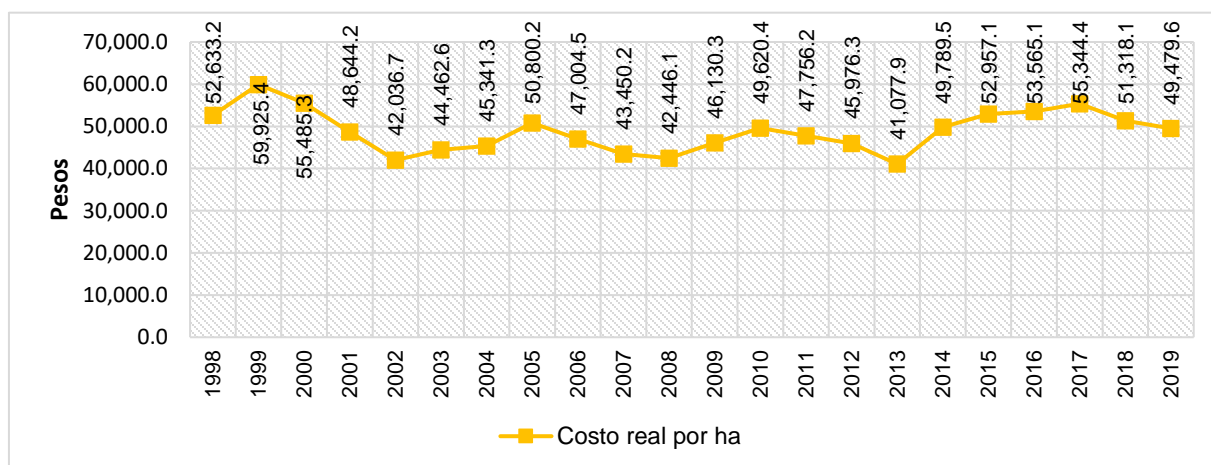
En términos nominales, el costo por unidad de superficie del sistema de riego por goteo subió de \$16,081 (1998) a \$49,479 (2019): un incremento de \$33,398 (Gráfica 28). Sin embargo, a valor presente, el costo disminuyó de \$52,633 a \$49,479, con diversas fluctuaciones en el periodo en mención (Gráfica 29). De esta forma —en promedio de 1998 a 2019— el costo del sistema de riego por goteo fue de \$48,874.8. Comparativamente con los otros sistemas de riego, el de goteo es el que representa mayor costo, siendo también el que más apoyos ha recibido del Programa.

Gráfica 26. Costo (valor nominal) del sistema de riego por goteo (1998- 2019)



Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR; INEGI. Deflactor del PIB.

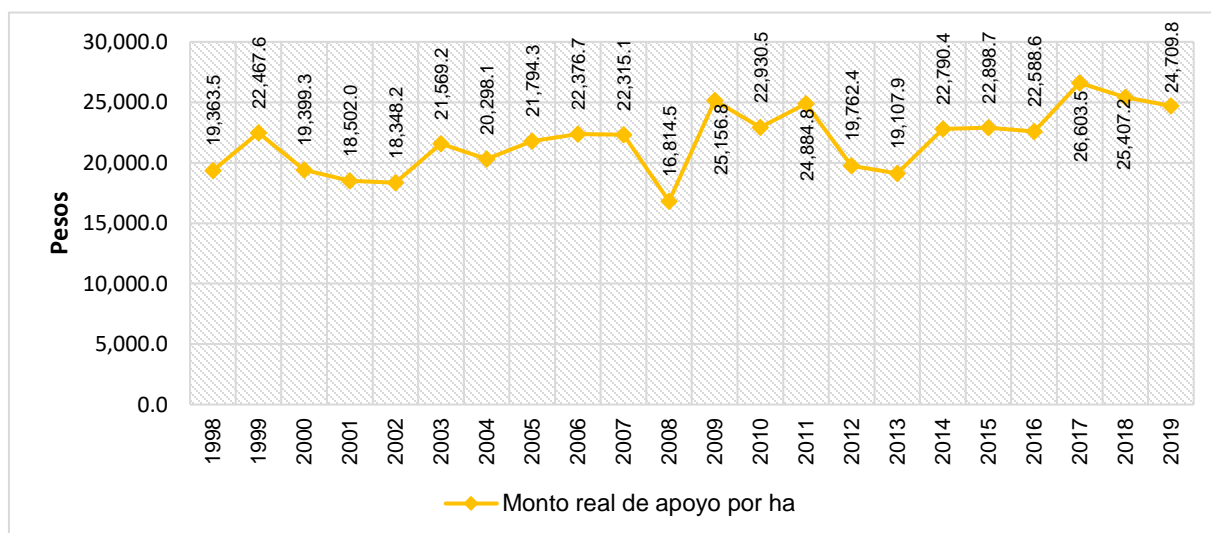
Gráfica 27. Costo (valor presente) del sistema de riego por goteo (1998-2019)



Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR; INEGI. Deflactor del PIB.

En lo que respecta al monto de apoyo por superficie, en términos nominales, éste se incrementó en \$18,793 al pasar de \$5,916 (1998) a \$24,709 (2019). Al hacer el análisis a valor presente, el monto de apoyo se incrementó en un 28% al pasar de \$19,363 a \$24,709 en el periodo de estudio. El monto promedio de apoyo por hectárea en 22 años ha sido de \$21,822.

Gráfica 28. Monto de apoyo (valor presente) del sistema de riego por goteo (1998-2019)

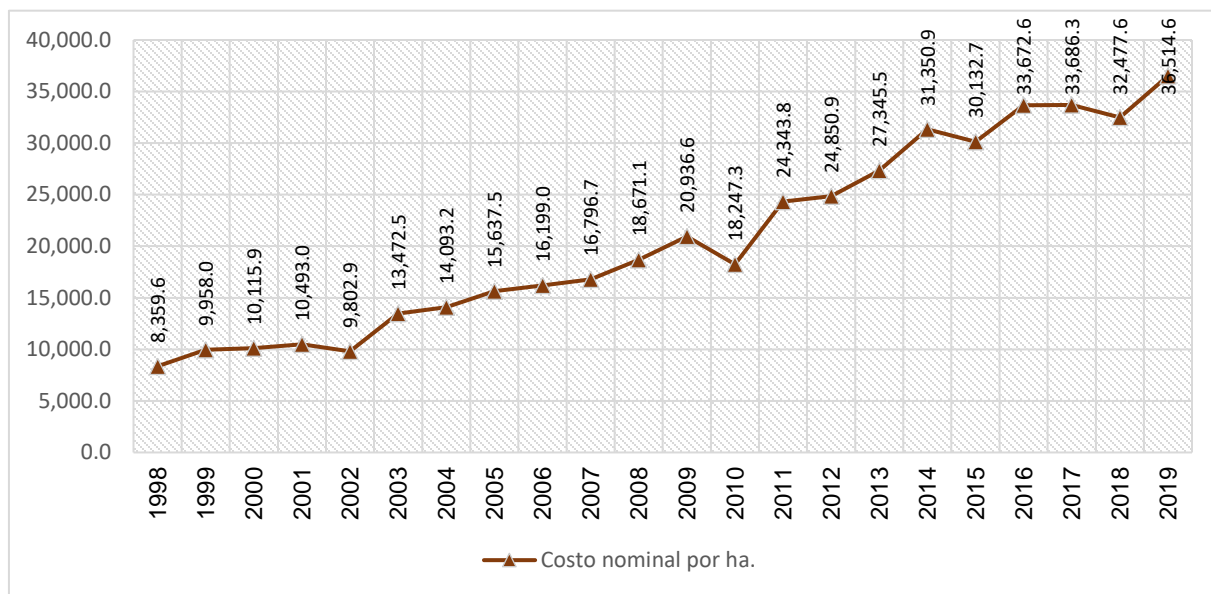


Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR; INEGI. Deflactor del PIB.

Costo del sistema de Riego por Aspersión

En lo que respecta al costo por superficie tecnificada con riego por aspersión, en términos nominales paso de \$8,359 en 1998 a \$36,514 en 2019 (Gráfica 30).

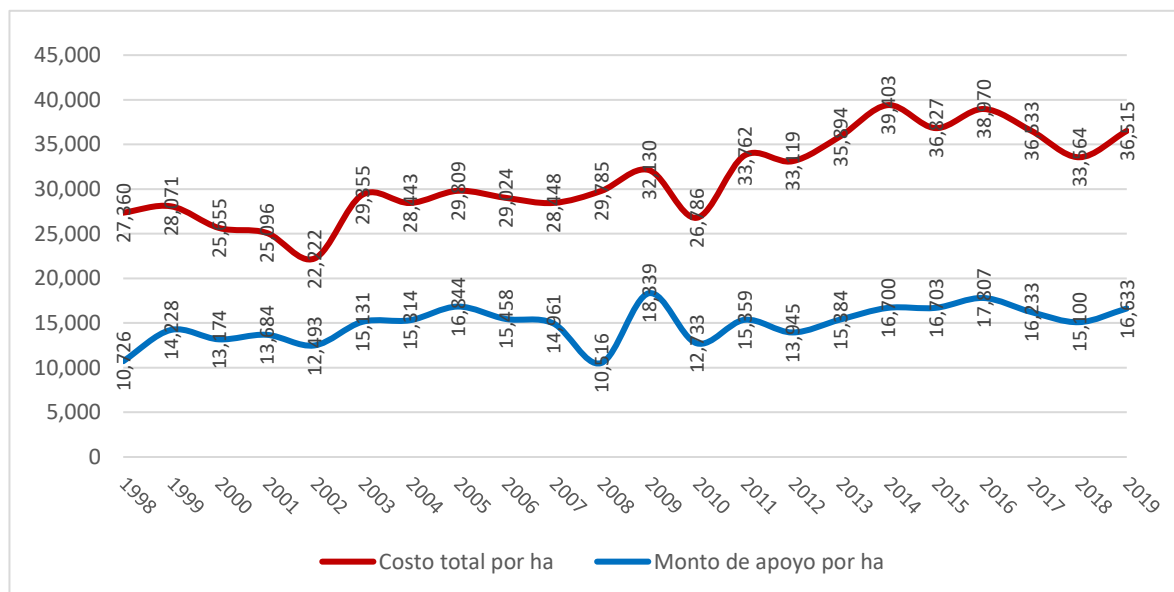
Gráfica 29. Costo (valor nominal) del sistema por aspersión (1998-2019)



Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR

En cuanto al valor en términos reales (valor presente), el costo se incrementó en 34%, ya que pasó de \$27,360 a \$36,514; mientras que el monto de apoyo aumentó 55% al pasar de \$10,725 (1998) a \$16,632 (2019) (Gráfica 31).

Gráfica 30. Costos y monto de apoyo (valor presente) del riego por aspersión (1998-2019)



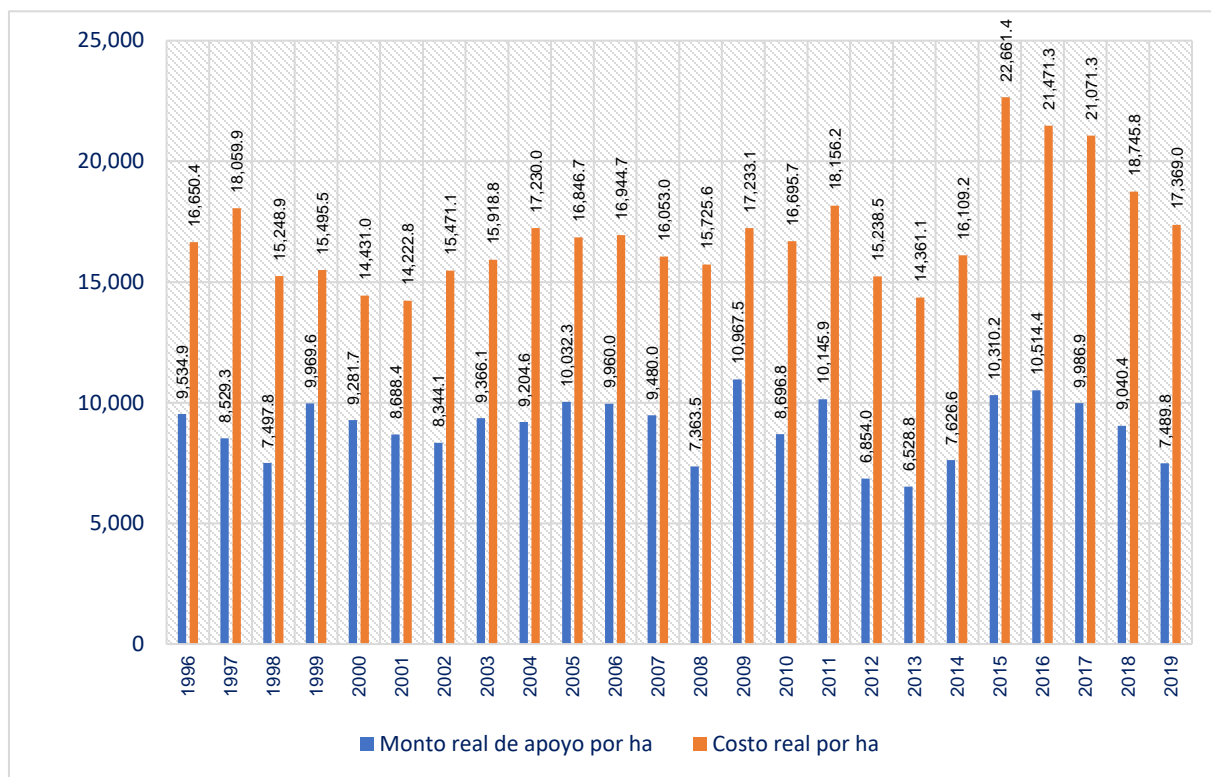
Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR; INEGI. Deflactor del PIB.

Costo del sistema de riego por compuerta

El costo nominal por hectárea tecnificada con riego por compuertas pasó de \$3,711 (1996) a \$17,368 (2019). Sin embargo, a valor presente, el aumento fue de 4% (\$718.9): en 1996 equivalía a \$16,650 y en 2019 a \$17,369 (Gráfica 32). Asimismo, se observa lo siguiente:

- En 1999 y 2000 el monto otorgado cubrió el 64.3% del costo total del sistema.
- El año 2019 fue aquel en que el apoyo otorgado significó la menor proporción del costo del sistema de riego (43.1%).
- El mayor costo del sistema de riego se observó en 2015: 30.5% sobre el costo en 2019.
- En promedio, de 1996 a 2019, el monto de apoyo otorgado cubrió el 53% del costo promedio total del sistema de riego.

Gráfica 31. Costo y monto de apoyo (valor presente) del riego por compuertas (1996-2019)



Fuente: Elaboración con registros administrativos del programa Tecnificación de Riego. INEGI. Deflactor del PIB.

Revisión y análisis de los apoyos otorgados

En el periodo 2010-2019, los apoyos del PTR se destinaron principalmente al sistema de riego por goteo, tal como se muestra a continuación:

Cuadro 16. Apoyos del Programa por sistema de riego (2010-2019)

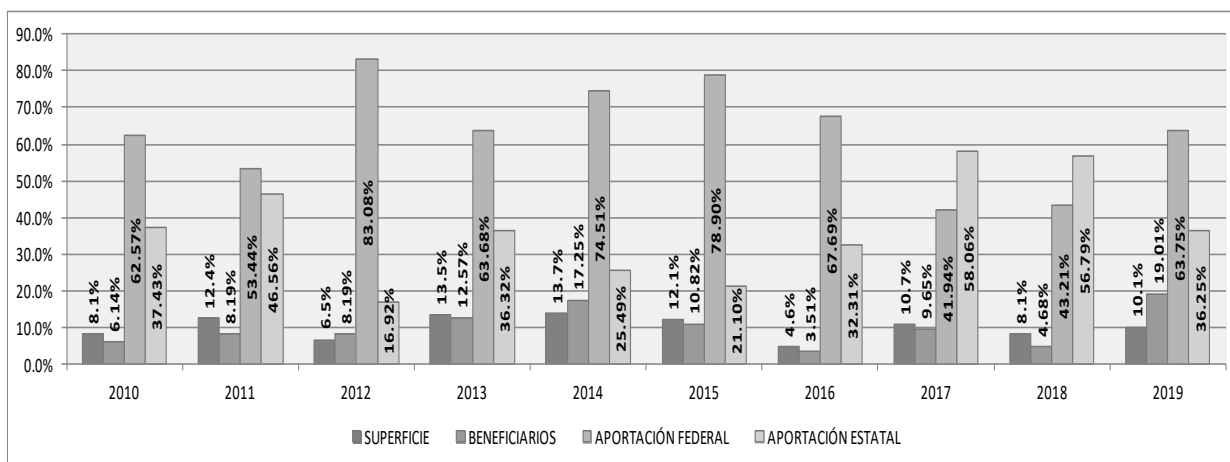
CONCEPTO	ASPERSIÓN	COMPUERTA	ESTANQUE	GOTEO	LÍNEA REGANTE
SUPERFICIE	4,555.13	6,039.35	1,630.22	25,439.91	892.38
BENEFICIARIOS	342.00	709.00	85.00	2,478.00	223.00
RECURSOS ENTREGADOS	55,773,791.86	37,644,805.51	3,846,466.60	483,345,949.58	2,773,597.33
RECURSOS FEDERALES	35,066,092.32	22,942,022.83	0.00	224,595,903.65	1,405,574.72
RECURSOS ESTATALES	20,707,699.54	14,702,782.68	3,846,466.60	258,750,045.93	1,368,022.61

Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Riego por aspersión

Este tipo de riego consiste en conducir el agua a través de aspersores que humedecen el terreno de forma similar a como lo haría la lluvia. De este tipo se apoyaron 4,554.13 ha, lo cual significó la entrega de 55.77 mdp, (62.9% aportación federal y 37.1% aportación estatal), en beneficio de 342 productores. Por ejercicio fiscal, los resultados se pueden observar en la siguiente gráfica:

Gráfica 32. Metas físicas y presupuestales, riego por aspersión



Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

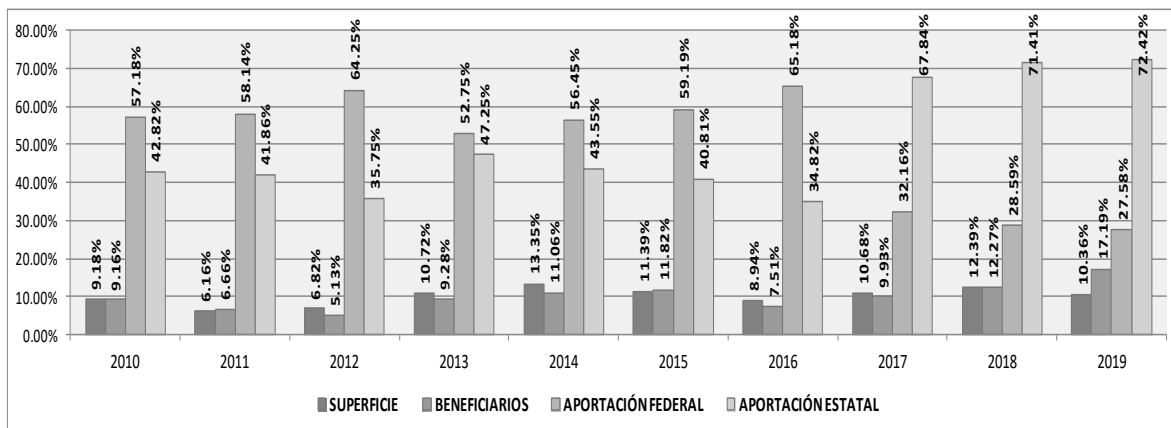
Riego por goteo

Es un riego utilizado, principalmente, en zonas donde el agua es escasa y cara. Consiste en distribuir el agua —generalmente ya filtrada y con fertilizantes sobre o dentro del suelo—, llegando el líquido directamente a la zona de raíces de las plantas cultivadas. De esta modalidad, se apoyaron 25,439.91

ha (2010-2019) con un monto total de 483.35 mdp, de los cuales 46.5% fue aportación federal y 53.5% aportación estatal. Los beneficiarios fueron 2,478 productores.

Por ejercicio fiscal, los resultados se pueden observar en la siguiente gráfica:

Gráfica 33. Metas físicas y presupuestales en riego por goteo

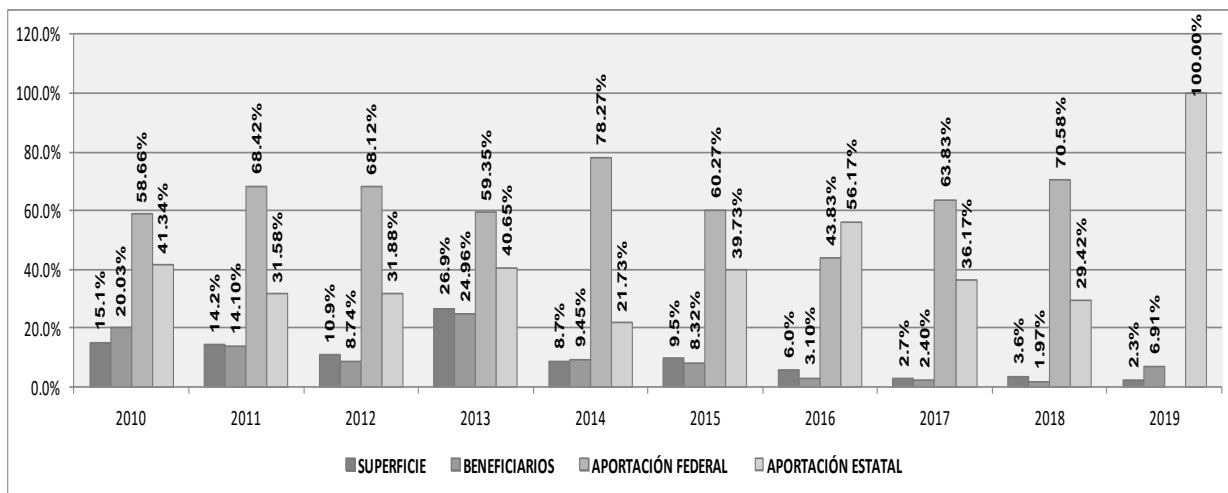


Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Riego por compuerta

Las compuertas son un medio de riego por gravedad a través de tubería ranurada donde se colocan las compuertas, generalmente una por cada surco. Con una apropiada nivelación de tierras, el riego por compuertas es una solución para cultivos extensivos y algunas hortalizas. De 2010 a 2019 se apoyaron con el PTR 6,029.35 ha, con un monto de 37.6 mdp (60.9% aportación federal y 39.1% aportación estatal) y 709 productores beneficiados. Por ejercicio fiscal, los resultados se muestran a continuación:

Gráfica 34. Metas físicas y presupuestales en riego por compuerta

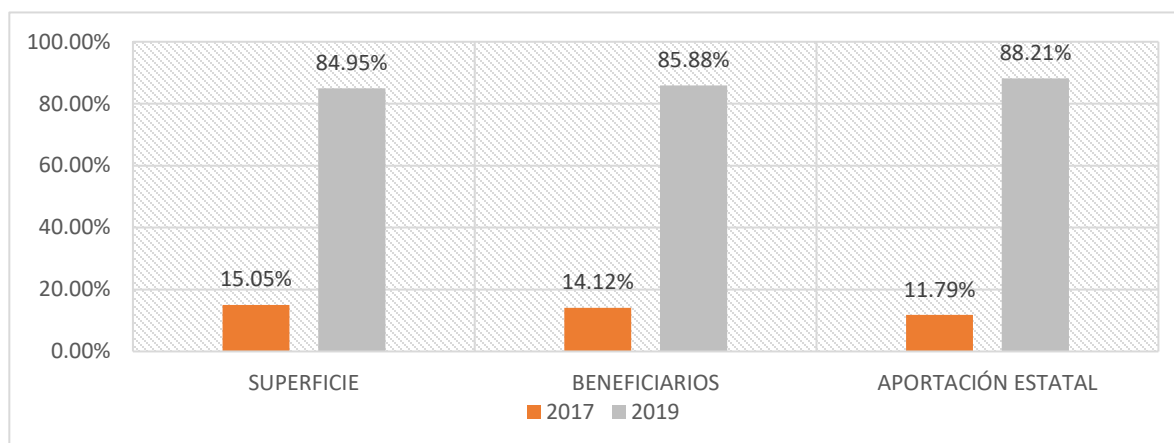


Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Construcción y rehabilitación de estanques

De esta modalidad de apoyo, se respaldaron 1,630.22 ha, con un monto entregado de 38.5 mdp. En este caso, el 100% de los recursos fue aportación estatal, en beneficio de 85 productores. Cabe señalar que este tipo de apoyo sólo se entregó en 2017 y 2019 (Gráfica 37).

Gráfica 35. Metas físicas y presupuestales en riego por estanque



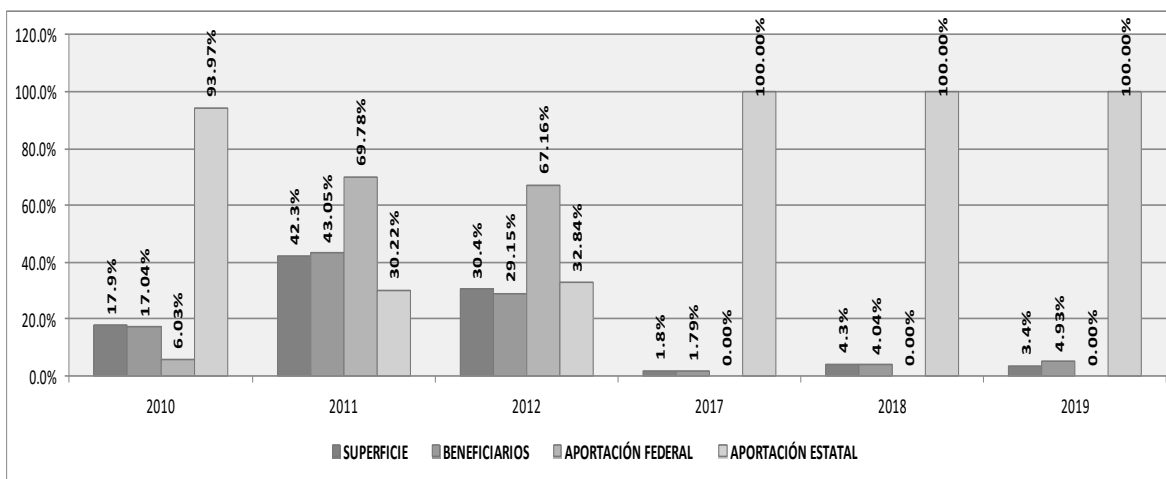
Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Línea regante

Las laterales o regantes son las tuberías que llevan conectado los emisores (Martínez, 1991) y suministran el agua a los cultivos; son las encargadas de llevar el agua desde la línea de distribución o secundaria hacia los emisores, ya sean goteros, micro aspersores, aspersores, cañones, etc. Éstas se clasifican hidráulicamente como tuberías con salidas múltiples (Peña & Montiel, 2004). Las líneas regantes son normalmente de tubos de polietileno de baja y media densidad (generalmente de 12 a 32 mm de diámetro), y suelen permanecer fijas durante el ciclo del cultivo, dependiendo de su vida útil.

De esta variante de riego, el PTR apoyó 892.38 ha, lo cual significó la entrega de 2.8 mdp, siendo 51% de aportación federal y 49% de aportación estatal, y en beneficio de 223 productores. Los resultados por ejercicio fiscal se muestran en la siguiente gráfica:

Gráfica 36. Metas físicas y presupuestales en línea regante



Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Factores que han afectado los resultados del programa

Desde la implementación a nivel federal del Presupuesto Basado en Resultados, se han realizado procesos de evaluación externa a diversos programas presupuestarios dirigidos a la tecnificación de riego. En el Anexo 1 “Hallazgos de evaluaciones externas”, realizadas por SAGARPA, CONAGUA, SEMARNAT se enlistan los factores que afectan el desempeño de los programas desde su diseño hasta los resultados⁹. Los programas son los siguientes:

- Programa Tecnificación de Riego.
- Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego.
- Infraestructura de riego y Temporal Tecnificado. Empezó a operar en el año 2014 y surgió de la fusión de los programas K135 - Infraestructura de Riego y el K132 - Infraestructura de Temporal, que operaron durante el periodo 2010-2013.
- Infraestructura para la modernización y rehabilitación de riego y temporal tecnificado.

Derivado de los principales factores que han afectado a los programas dirigidos a la tecnificación e infraestructura de riego, se enuncian los hallazgos que mayor relevancia han tenido en el desempeño, así como la importancia que tienen para mejorar los resultados:

⁹ Es importante mencionar que a ningún programa de los revisados se les ha realizados evaluación de resultados, de impacto o de costo beneficio.

1. **Falta de definición de la problemática que se desea atender.** La falta de claridad en lo que desea atender el programa es su principal debilidad, ya que de aquí parte la razón de ser del mismo. Todos los programas deben contar con información que justifique su intervención en la atención de un problema público. Es importante mencionar que los problemas no son permanentes ni constantes a largo plazo, por lo que se debe hacer una revisión y actualización del problema a lo largo del tiempo.
2. **En el diseño falta el árbol de problemas y objetivos.** Como se mencionó, la falta de claridad en el problema que se desea atender ocasiona ambigüedad en los objetivos, y de ahí la importancia de diseñar un árbol de problemas y objetivos que muestre los alcances operativos y estratégicos.
3. **Falta de definición y cuantificación de la población potencial objetivo y atendida.** Al igual que la definición del problema, saber a quién o a qué se otorgarán los apoyos es fundamental para determinar la eficiencia de cobertura y la definición de los criterios de focalización.
4. **Inconsistencias en la lógica vertical y horizontal de la MIR.** La MIR es el instrumento de seguimiento del programa, por lo que debe contar con una lógica vertical y horizontal. La primera, permite verificar la relación causa-efecto que existe entre los diferentes niveles de la matriz; mientras que la segunda, tiene que ver con la consistencia en el diseño de indicadores (indicador, método de cálculo, medios de verificación y supuestos). **[Se anexa propuesta de MIR 2021].**
5. **Carencia de evaluaciones externas de impacto o resultados** que den cuenta del desempeño de los programas. Todos los programas deben contar con un horizonte de evaluación a través del cual se considere lo siguiente:

Cuadro 17. Evaluaciones externas conforme a la etapa del Programa

ETAPA	TIPO DE EVALUACIÓN	OBJETIVO
Surgimiento	Diseño	Conocer si su esquema actual contribuye a la solución del problema para el cual fue creado.
Consolidación	Consistencia y Resultados	Analizar la capacidad institucional, organizacional y de gestión de un programa.
	Procesos	Analizar mediante trabajo de campo si el programa lleva a cabo sus procesos operativos de manera eficaz y eficiente y si contribuye al mejoramiento de la gestión.
	Específica de Desempeño	Mostrar el avance en el cumplimiento de los objetivos y metas programadas de los programas mediante el análisis de indicadores de resultados, de servicios y de gestión.

Maduración	Impacto	Medir, mediante el uso de metodologías rigurosas, los efectos que un programa puede tener sobre su población beneficiaria y conocer si dichos efectos son en realidad atribuibles a su intervención.
	Costo - Efectividad	Analizar el costo de la intervención y los resultados que se obtuvieron (ex post), a través del uso de metodologías cuantitativas y cualitativas rigurosas que provean de resultados que permitan comparar el costo.

Elaboración: Elaboración con información del CONEVAL

Conforme a los resultados observados, se propone un horizonte de monitoreo y evaluación para el Programa (Gráfica 38), con las siguientes acotaciones:

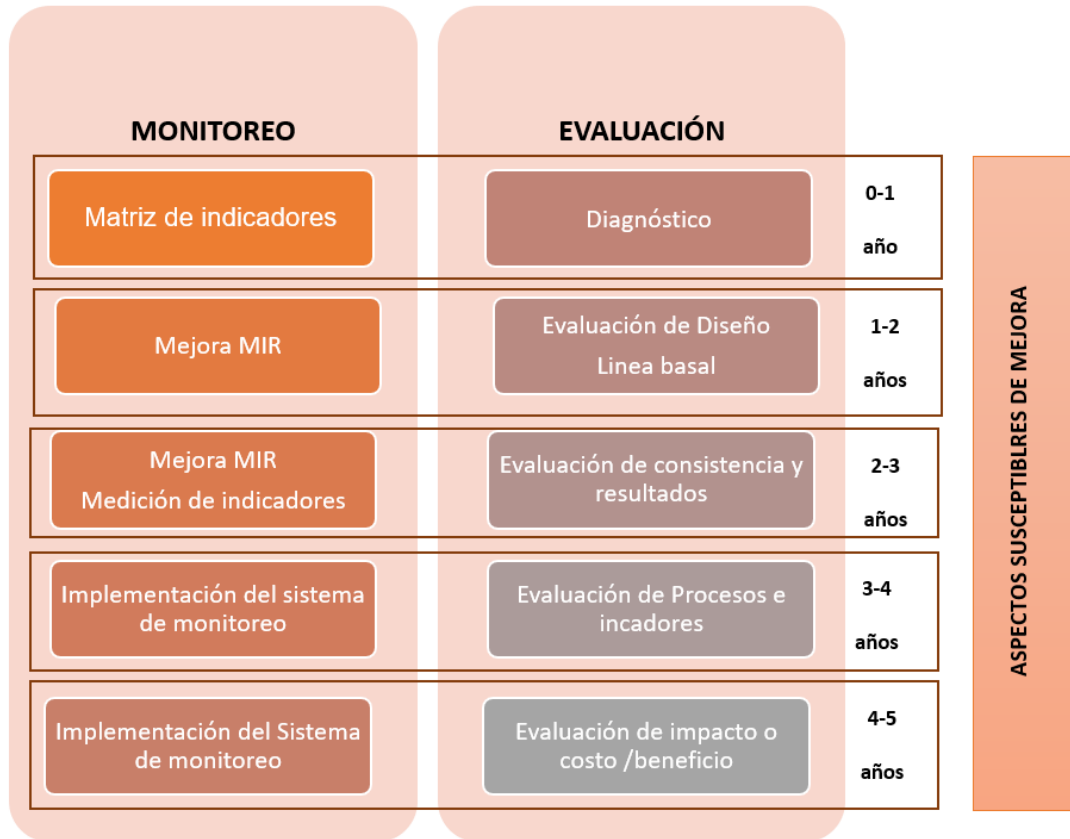
- a) Con base en los Lineamientos de Evaluación, el Programa debe tener un diagnóstico que justifique su creación, así como un instrumento de seguimiento (MIR). En esta fase, el programa identifica de manera inicial los indicadores que utilizará para monitorear su desempeño.
- b) El programa debe sistematizar información de los beneficios entregados respecto a las principales variables de interés en las que busca incidir; para establecer su línea base. Asimismo, a partir del año 1, el programa debe realizar —con una periodicidad anual— la evaluación que muestre su desempeño y dar seguimiento a las recomendaciones de las evaluaciones externas.
- c) Derivado de los resultados presentados, el programa debe establecer acciones para la mejora continua, que favorezcan la obtención de resultados. Asimismo, el programa, una vez que cuenta con su línea base —y de acuerdo con la disponibilidad de otras fuentes de información— podría comenzar con el desarrollo de una evaluación de impacto. Una vez concluido el proceso de mejora de los indicadores e iniciada la recolección de información, el programa podrá monitorear de manera sistemática su desempeño y el logro de sus metas a través de sus indicadores.

Adicional al horizonte de evaluación, se sugiere que el Programa contemple:

- Contar con guías operativas de cada uno de los procesos que intervienen en el Programa, lo que contribuirá a la mejora continua, el monitoreo y el seguimiento para la toma de decisiones.
- Sistematización de información básica y productiva. Ello generará información que a largo plazo permita hacer comparativos entre un grupo control (el contrafactual) y uno de tratamiento (el grupo beneficiario del programa) para realizar evaluaciones de impacto.

- Informes físico-financieros que den cuenta de cada una de las acciones internas realizadas en el periodo de ejecución. Lo anterior contribuirá a la transparencia y rendición de cuentas.
- Sistema de monitoreo de indicadores de gestión y estratégicos.
- Ficha de indicadores de la Matriz de Marco Lógico.

Gráfica 37. Horizonte de Monitoreo y Evaluación del Programa de Tecnificación de Riego (PTR)



Elaboración: Elaboración propia

Vinculación con otros programas

Las acciones que se realizan a través de programas y proyectos, tanto a nivel federal como estatal, tienden a ser, en su mayoría, complementarios. Esta complementariedad no significa que sean apoyos duplicados, más bien son apoyos que se entregan con objetivos distintos para el beneficio social. CONEVAL señala que los programas pueden ser coincidentes o complementarios, lo que significa:

- **COINCIDENCIA.** Hay coincidencias entre dos o más programas cuando sus objetivos son similares; o bien, cuando sus componentes son similares o iguales, pero atienden a la misma población.
- **COMPLEMENTARIEDAD.** Dos o más programas son complementarios cuando atienden a la misma población, pero los apoyos son diferentes; o bien cuando sus componentes son similares o iguales, pero atienden a diferente población.

Cuadro 18. Complementariedad y coincidencias del Programa "Mi Riego Productivo"

Nombre del programa	Ámbito	Objetivo	Población objetivo	Tipo de apoyo
Mi riego productivo	Estatad	Contribuir a revertir la tendencia de sobreexplotación de los mantos acuíferos e incrementar la productividad en las zonas de riego, mediante la instalación de sistemas de irrigación, que permitan hacer una aplicación eficiente del agua	Unidades de producción agrícola que cuentan con superficie de riego con agua subterránea	Otorgamiento de recursos para el suministro e instalación de sistemas de riego de alta y baja presión. Apoyos para líneas regantes a base de tuberías de compuertas a personas que hayan sido beneficiadas en 2019 o años anteriores por el Pp mejores uso del agua en el campo Apoyo para la nivelación de tierras con tecnología laser Construcción y rehabilitación de tanques en unidades e riego por goteo o aspersión.
Mejores usos del agua en el campo	Estatad	Lograr que los productores dedicados a la agricultura de riego en el estado de Guanajuato, principalmente, los usuarios de agua subterránea, incrementen la eficiencia en el uso de agua a nivel parcelario.	Unidades de producción que cuentan con sistema de riego	Capacitación y asistencia técnica en riego Acciones de promoción de cultura del agua en el sector agrícola.
Programa de Apoyo a la Infraestructura Hidroagrícola	Federal	Fomentar, mantener e incrementar la producción y superficie agrícola en distritos de riego, unidades de riego y distritos de temporal tecnificado mediante la preservación, rehabilitación, mejoramiento y ampliación de la infraestructura hidroagrícola y la promoción de proyectos en zonas de atención prioritaria.	Usuarios hidroagrícolas que cumplan con los requisitos establecidos en las presentes reglas y sus manuales de operación.	Infraestructura Capacitación Equipo Usuarios hidroagrícolas que cumplan con los requisitos establecidos en las presentes reglas y sus manuales de operación.

Fuente: Elaboración propia con información de los programas

Cuadro 19. Justificación de la complementariedad del programa

Nombre del programa	Coincide o Complementa	Justificación
Mejores usos del agua en el campo	Complementa	Es complementario por el tipo de apoyo que entrega, que es la capacitación y asistencia técnica con el objetivo de proporcionar a las personas dedicadas a la agricultura de riego conocimientos, prácticas y tecnologías que favorezcan un uso eficiente en la aplicación del riego en sus parcelas. Como se mencionó, la capacitación es una actividad que permite la implementación de mejores prácticas en los sistemas de riego. Asimismo, debido a que los programas no son excluyentes en su población, este atiende sólo a aquellas unidades de producción agrícola, por lo que sólo atiende a una parte de la población del Programa Mi Riego Productivo.
Programa de Apoyo a la Infraestructura Hidroagrícola	Complementa	Los apoyos que entrega este programa se complementan ya que a través de capacitación que se otorga y la entrega de insumos para la adquisición de equipos, los beneficiarios de MI Riego Productivo tienen ventajas competitivas que le permitan mejorar su producción a través de mejoras en el sistema de riego. No hay exclusión en los criterios de selección, por lo que las personas pueden beneficiarse de ambos programas

Perspectivas de la demanda del programa

Durante 2010 a 2019, se apoyaron 2,268 Unidades de Riego con una total de 1,253.9 mdp, de los cuales: 53.5% fue aportación del productor, 22.65% federal y 23.87% estatal. Con base en estos datos se realizó una estimación para atender a los 11,603 pozos agrícolas en los 18 mantos acuíferos sobreexplotados de Guanajuato (demanda total), teniendo las siguientes consideraciones o supuestos:

- De los 11,664 pozos, 61 se encuentran en acuíferos no sobreexplotados (42 en Xichú-Atarjea y 19 en Ocampo), por lo cual solo se considerarán los 11,603 pozos.
- El presupuesto del programa se mantiene constante al asignado en el ejercicio 2020 de 90 mdp (ROP 2020).
- Los productores aportan el 50% del costo total del proyecto.
- Los apoyos por pozos son únicos; es decir, no se apoyarán a los pozos más de una ocasión.

A continuación, se muestran los apoyos otorgados por sistema de riego y los pozos apoyados:

Cuadro 20. Resumen de montos de apoyo y pozos por sistema de riego

ASPERSIÓN			COMPUERTA		
Pozos	Monto federal	Monto estatal	Pozos	Monto federal	Monto estatal
257	35,066,092	20,707,700	389	22,942,023	14,702,783

Monto total	55,773,792		Monto total	37,644,806	
9.6% del apoyo total			6.5% del apoyo total		
ESTANQUE			GOTEO		
Pozos	Monto federal	Monto estatal	Pozos	Monto federal	Monto estatal
38	0	3,846,467	1469	224,595,904	258,750,046
Monto total	3,846,467		Monto total	483,345,950	
0.7% del apoyo total			82.9% del apoyo total		
LÍNEA REGANTE			Monto de apoyo gubernamental: \$583,384,610.88		
Pozos	Monto federal	Monto estatal			
223	1,405,575	1,368,023			
Monto total	2,773,597				
0.5% del apoyo total					

Fuente: Elaboración con registros administrativos del PTR (2010-2019)

Así, entre 2010 y 2019, con una inversión de 1,253 mdp, se han beneficiado 2,268 unidades de riego, de las cuales 108 han sido apoyados por más de una ocasión. El costo promedio por unidad de riego es de \$527,750, así que para atender a la totalidad de pozos que se encuentran en sobreexplotación (11,603) se requieren recursos por 4,926 mdp.

De acuerdo a lo anterior, con un presupuesto estatal constante de 90 mdp y una aportación del 50% de los productores para cubrir el costo total de sus proyectos, los 11,603 pozos quedarían atendidos en 25 años. Sin embargo, el programa debe establecer temporalidad en los apoyos; es decir, si este año se apoya a un pozo, ¿hasta cuándo puede volver a ser apoyado ese mismo pozo? Ya que el apoyo otorgado solo cubre una parte del costo total del sistema de riego.

Cuadro 21.- Monto requerido para atender la demanda potencial

Costo total ejercido (mdp)	Número de registros de pozos apoyados	Pozos apoyados	Monto promedio por pozo (pesos)	Población Objetivo (pozos)	Demanda por atender	Monto requerido para atender la demanda (mdp)
1,253.9	2,376	2268	247,708	11,603	9,335	4,926.5

Notas:

Población Objetivo: Pozos agrícolas de acuíferos sobreexplotados.

Demanda: Pozos agrícolas de acuíferos sobreexplotados por atender.

VII. IMPACTOS DE LA TECNIFICACIÓN DEL RIEGO

Contexto de tecnificación del riego

Dimensión de la evaluación del impacto

El PTR de aguas subterráneas, en el período 2010 - 2019, tuvo una dimensión de 38,557 ha y 3,837 productores. La selección de la muestra estadística para inferir el impacto fue de 140 unidades de riego (UR) con un 20% (28 UR) adicionales como posibles reemplazos. Así, las 140 unidades de producción de la muestra, abarcaron una superficie de unidades de riego de 2,767.65 ha, de las que se estudiaron 1,493 ha con sistemas tecnificados de riego.

Estado actual de los sistemas de riego

De las 140 unidades de riego se encontró que el 77% de los sistemas apoyados se encuentran trabajando normalmente; que el 18% de las unidades de riego abandonaron parcialmente el sistema de riego por goteo, debido principalmente a causas de carácter económico, pues la siembra de cereales no es rentable y para los productores no se justificaba encarecer el costo de producción. Caso similar es el cultivo de espárrago, que requiere de cuatro a cinco riegos, quitando la cintilla, lo que encarece el sistema por el costo de mano de obra. Se identificaron también que el 2.8% de la muestra representativa abandonaron el sistema por fallas de la empresa que instaló mal o por problemas de falta de piezas que imposibilitaron su operación. En dos casos se utilizaba riego con aguas superficiales.

De la muestra de 140 UR, se encontraron funcionando normalmente 109 (77%); y 26 (18%) como unidades subutilizadas o con abandono total del sistema de riego por goteo y cuyos productores regresaron al riego por compuertas o por gravedad. El resumen se ve en el siguiente cuadro:

Cuadro 22. Estatus de los sistemas de riego apoyados por el Programa

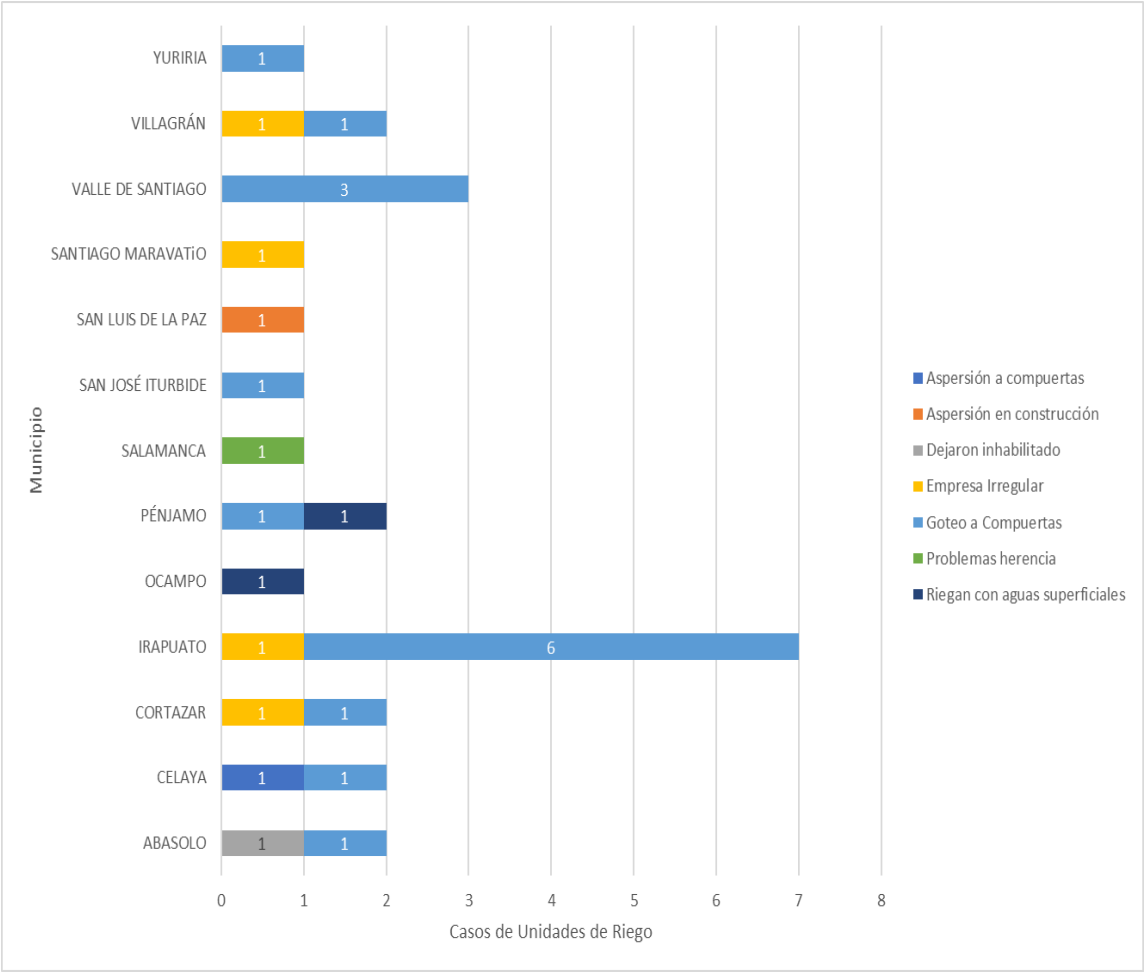
Estatus	Cantidad	%
<i>Tecnificado y operando</i>	108	77%
<i>Sistemas subutilizados</i>	26	18%
<i>Descendieron a gravedad por problemas empresas</i>	4	3%
<i>Abandonaron el sistema y Utilizan agua superficial</i>	2	2%
Total	140	100%

Fuente: elaboración propia con datos del trabajo de campo.

En la gráfica 39, se muestran los casos de empresas o técnicos promotores de proyectos de tecnificación que quedaron muy mal (2) o que la instalación fue incompleta o mal diseñada (4), adicional se encontraron dos unidades que utilizan aguas superficiales de río.

Para profundizar en el fenómeno de la subutilización o abandono del sistema de riego por goteo, se graficaron el municipio contra el número de casos y su resultado se presenta a continuación:

Gráfica 38. Ubicación de las Unidades de abandono parcial del sistema de riego por goteo



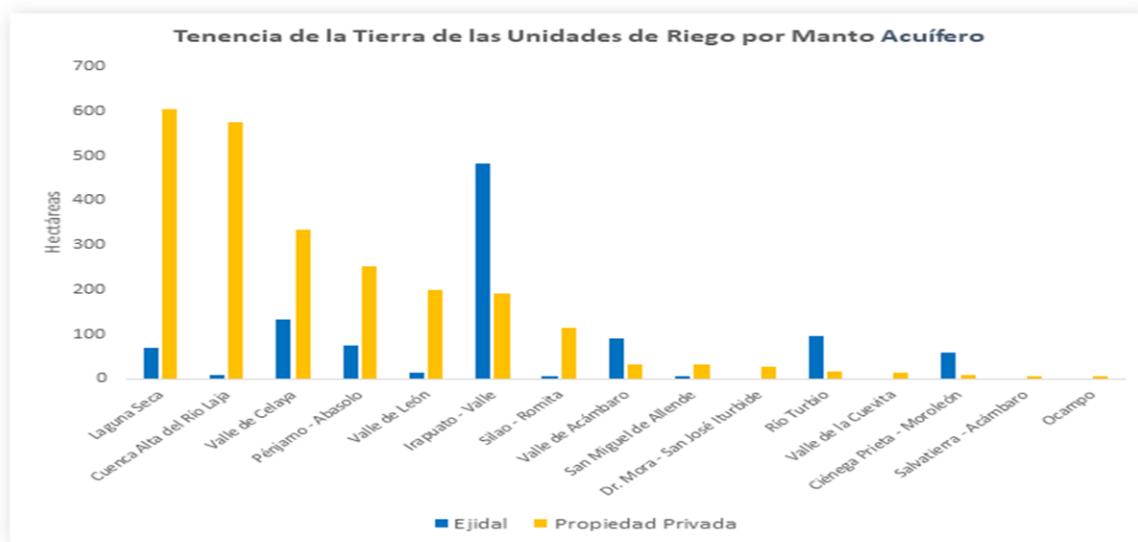
Fuente: Elaboración propia con información generada en el trabajo de campo.

Resultados de las Unidades de Riego

Las UR con proyecto de tecnificación de riego con mayor proporción de superficie se encuentran en los acuíferos Irapuato-Valle, Laguna Seca, Cuenca Alta del Río Laja y Valle de Celaya, concentrando el 65% de la superficie total. En estos cuatro acuíferos hay 5,410 pozos agrícolas (42% del total), y en 2018 reportaban un abatimiento de 2 m/año.

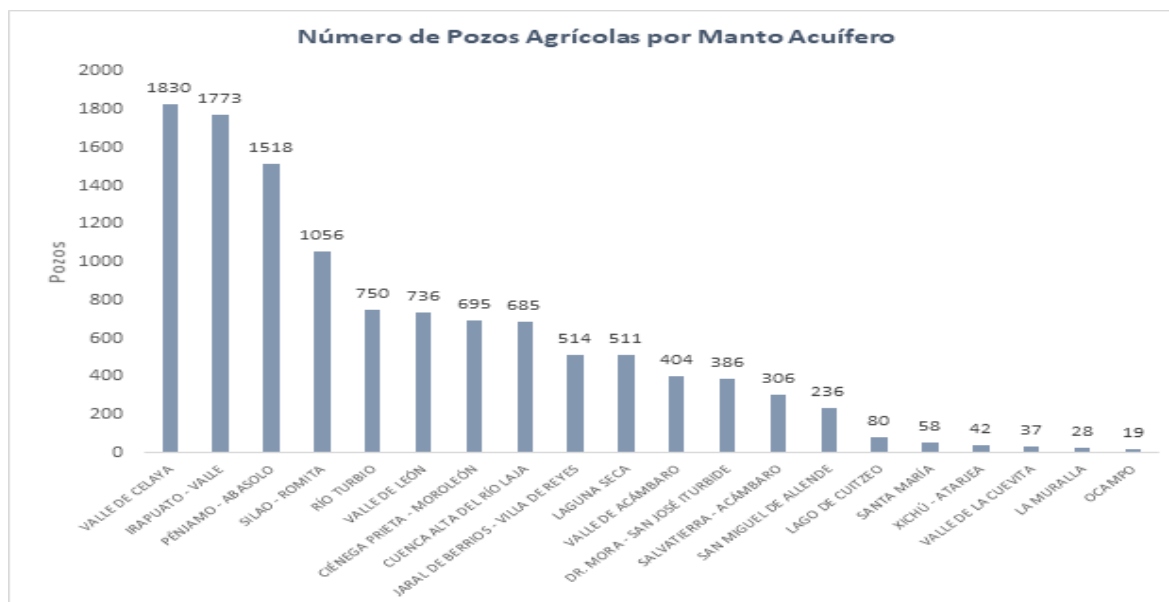
En general, el tipo de tenencia de la tierra que predomina es el de pequeña propiedad, pero en las UR que se encuentran en el acuífero de Irapuato-Valle predomina el régimen ejidal (Gráfica 40).

Gráfica 39. Tenencia de la tierra de las unidades de riego por acuífero



Fuente: Elaboración propia con información del trabajo de campo

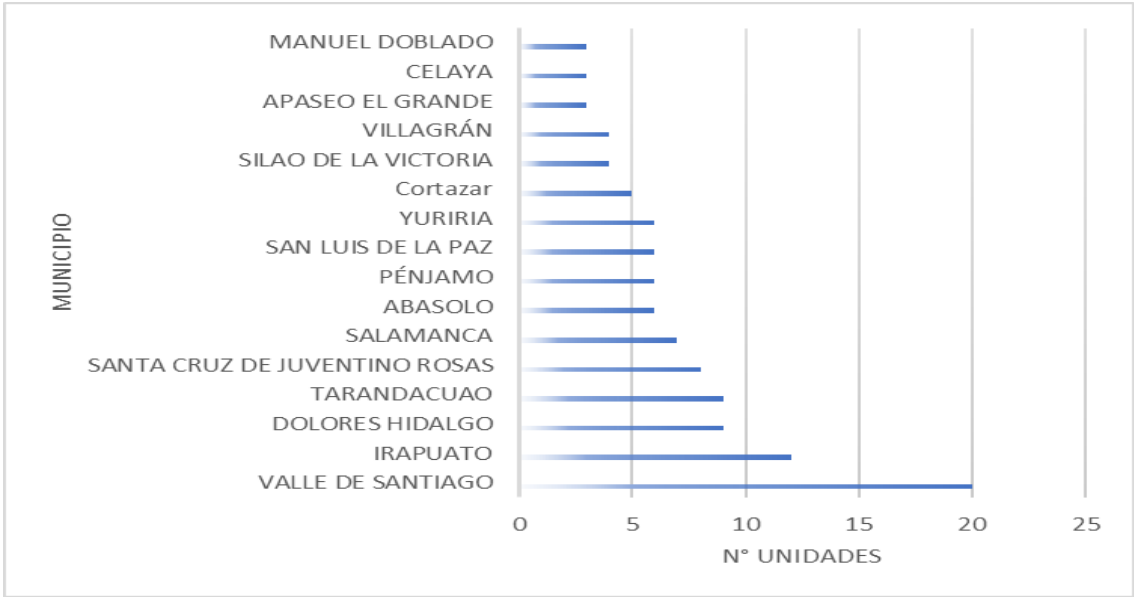
Gráfica 40. Número de pozos agrícolas por acuífero



Fuente: Elaboración propia con base a la Comisión Estatal del Agua en Guanajuato. Compendio del agua subterránea en Guanajuato, 2018.

Cabe destacar que los acuíferos Laguna Seca, Cuenca Alta del Río Laja e Irapuato-Valle de Santiago, donde se concentra la mayor cantidad de UR, no necesariamente presentan la mayor demanda de apoyos para tecnificar el riego. Comparando el número de pozos por municipio, el Valle de Celaya, Irapuato-Valle de Santiago y Pénjamo-Abasolo, son los que presentan la mayor cantidad de pozos (>1,500), pero no son los que presentan la mayor cantidad de pozos apoyados (ver Gráfica 42). Esto puede significar un sesgo en el proceso de focalización del programa; es decir, destinar menos presupuesto en los acuíferos de mayor sobreexplotación.

Gráfica 41. Número de unidades de riego de la muestra apoyadas por municipio



Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo de campo.

El 37% de los municipios concentra el 80% de las UR apoyadas. En la Gráfica 42 muestra que el municipio con mayor cantidad de UR es Valle de Santiago con 20, dominadas por pequeñas superficies y tenencia ejidal.

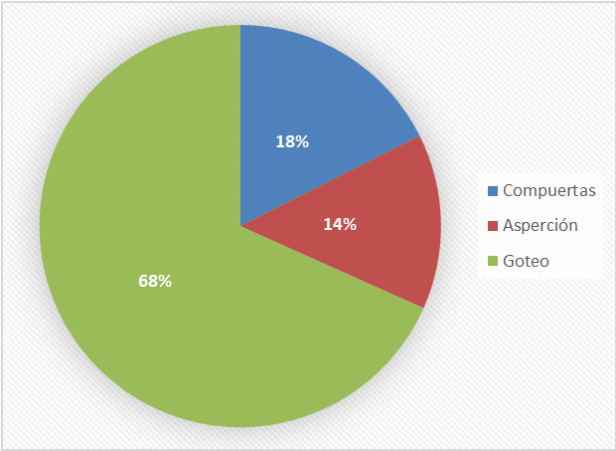
El caso de Celaya es crítico, pues como se mencionó en las primeras secciones de este documento, es el primer lugar en extracción de agua subterránea, con un déficit de 136.9 Mm³. Pese a esa condición, esta región no figura en los municipios de mayor participación en el Programa (Gráfica 42). Esto representa un problema serio de viabilidad y sustentabilidad.

Situación actual de los sistemas de riego

Tipos de Sistemas de riego

En el periodo 2010 - 2019 se establecieron básicamente tres tipos de riego tecnificado: compuertas, aspersión y goteo. En la selección de cada sistema, predomina el riego por goteo, con un 68%, seguido por el sistema de aspersión (18%) y, por último, con un 14%, el riego por compuertas.

Gráfica 42.- Frecuencia de los sistemas tecnificados de riego



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las encuestas a beneficiarios del programa

Del total de sistemas de riego analizados, por tenencia de la tierra se puede observar que la superficie de la pequeña propiedad domina en los sistemas de goteo y aspersión; en cambio, la superficie ejidal muestra dominancia en riego por compuertas (Gráfica 44).

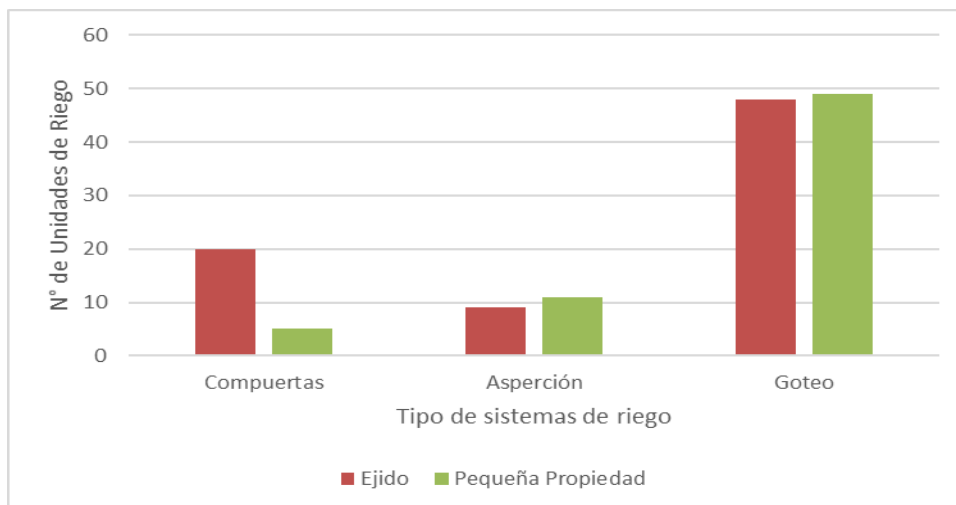
Gráfica 43. Superficie por tenencia de la tierra en los sistemas de riego tecnificado



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las encuestas a beneficiarios del programa

Cuando se analizan los diferentes tipos de sistemas de riego por el número de apoyos otorgados, la situación cambia, como puede verse la gráfica siguiente:

Gráfica 44. Unidades de riego apoyadas según tenencia de la tierra

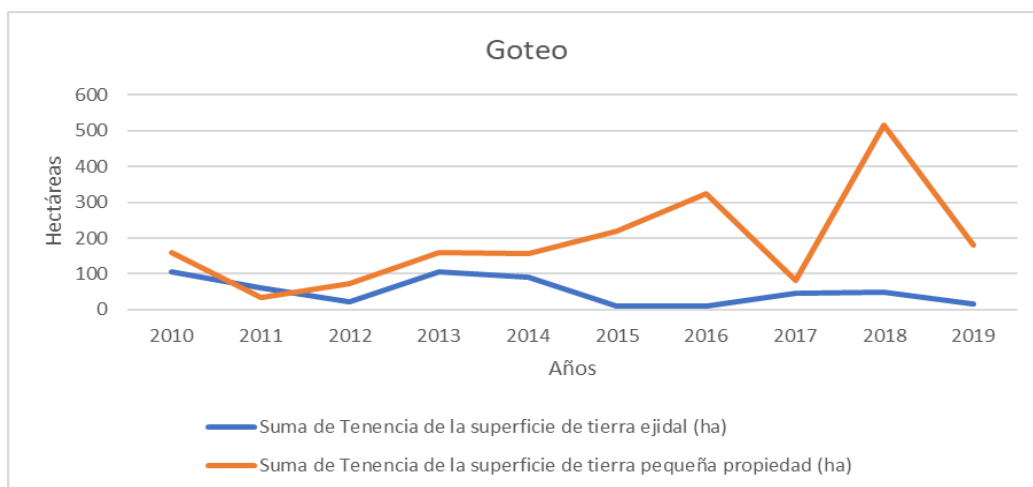


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las encuestas a beneficiarios del programa

Hay una clara dominancia del sistema de riego por goteo, en donde el número de UR es similar entre ejido y pequeña propiedad. Destaca que el tipo de riego menos eficiente (compuertas) está concentrado en la propiedad ejidal.

En la Gráfica 46 se aprecia que el sistema de riego por compuertas ha ido decreciendo a través de los años, presentando un repunte en el 2018; en tanto que el sistema de riego por aspersión ha tenido bajo impacto y muestra una tendencia a la baja (Gráfica 47), teniendo como causas, entre otras: el robo de piezas, el costo de la mano de obra y la presencia de vientos fuertes que reducen la eficiencia.

Gráfica 45. Sistemas de riego por goteo según tenencia de la tierra

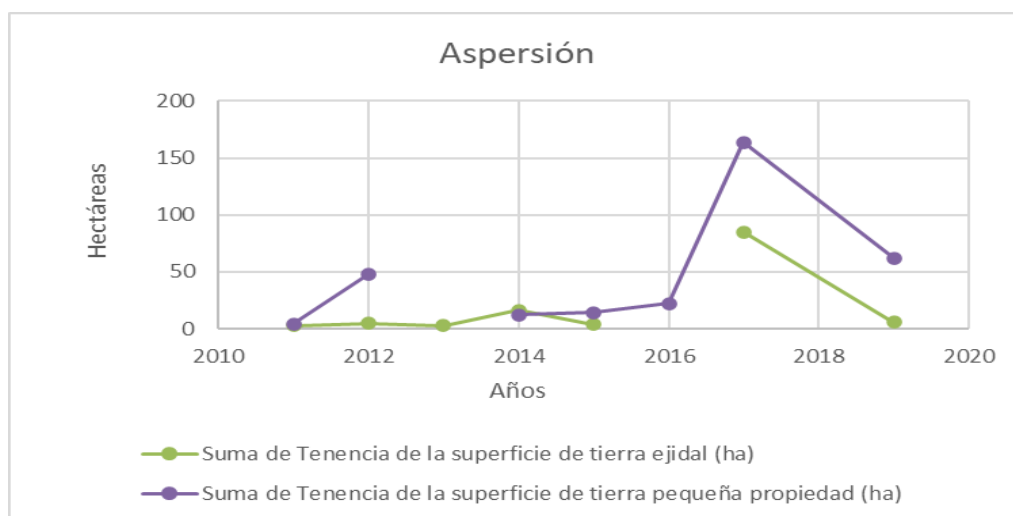


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las encuestas a beneficiarios del programa.

En la adopción de los sistemas de riego por goteo es clara la dominancia en superficie de los pequeños propietarios, y en tierras ejidales la tendencia es a la baja (Gráfica 46), probablemente por la carencia de crédito rural y la baja rentabilidad de los granos básicos.

Para el caso del sistema de riego por aspersión, hay una clara tendencia para la pequeña propiedad que fue al aumento, con un máximo en 2017 y una caída en el 2019. Podemos decir con esta información que entre la tenencia ejidal la hay baja aceptación.

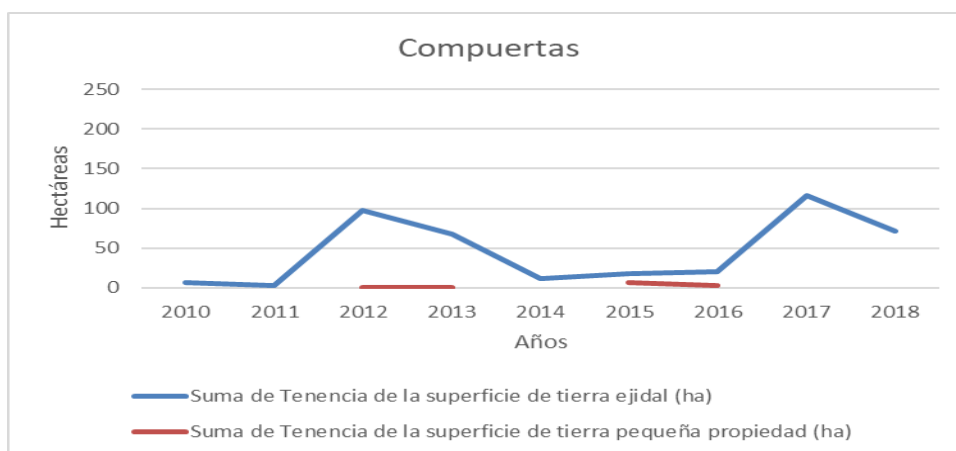
Gráfica 46. Sistema de riego por aspersión según tipo de tenencia



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las encuestas a beneficiarios del programa

En relación al tipo de riego por compuertas, los datos muestran una preferencia en tierras ejidales debido probablemente al bajo costo y la facilidad de la operación. También se aprecia una baja demanda entre 2014-2016, y una posterior alza en 2017 (Gráfica 48).

Gráfica 47. Sistema de riego por compuertas según tipo de tenencia



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las encuestas a beneficiarios del programa

Estado actual de los sistemas de riego

Una de las inquietudes del proyecto de evaluación de los sistemas de riego 2010-2019 fue conocer el estado actual de los diferentes sistemas de riego apoyados. Al respecto, se encontró que el 77% están operando normalmente, lo que se interpreta como un buen resultado del programa, debiéndose analizar las causas para establecer estrategias reducir la proporción de sistemas de riego subutilizados.

El 18% de abandono parcial de los sistemas de riego por goteo tiene causas variadas, entre las que sobresalen:

- **Regreso parcial al riego por gravedad.** Se relaciona con que el cultivo de cebada y trigo — argumentan— tienen baja rentabilidad, lo que les impide realizar el gasto de la cintilla, su instalación y recolección. Para el caso del espárrago, el movimiento de maquinaria obliga a retirar la cintilla en cada riego, lo que encarece la producción. Esto, aunado a que tradicionalmente se aplican cuatro riegos al año, lo que se considera un gasto elevado y, por lo tanto, una mala inversión. Se registró un único caso en que el productor cambió de riego por aspersión a riego por goteo, buscando mejorar la eficiencia del uso de la energía eléctrica para incrementar la producción.
- **Empresas.** El 4% de los casos han presentado irregularidades en la instalación de los sistemas, entre los que se encuentran situaciones en donde empresas no terminaron de instalar o que los equipos

no lograron operar adecuadamente por no entregarse el sistema completo. Hubo casos de ejidos con complicaciones en los calendarios de riego (riego por gravedad).

- **Aguas Superficiales.** Se detectaron tres proyectos de riego, el 2% de la muestra, que utilizan aguas superficiales y abandonaron el sistema de riego tecnificado:
 - Utiliza agua de río Lerma.
 - Utiliza aguas residuales de Irapuato.
 - Utiliza aguas de olla de captación, pero que no tuvo agua suficiente el 2020, por lo que el productor se vio obligado a el líquido en pipas.

Operación del sistema de riego antes del proyecto

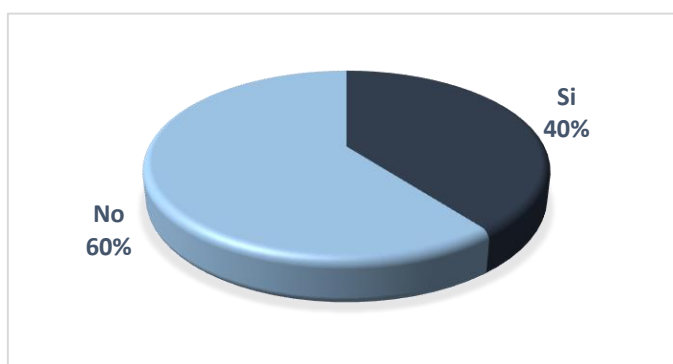
Al analizar el sistema de riego, el 51% de los entrevistados manifestó haber establecido otros sistemas de riego antes del proyecto. De éstos, el 90% eran por compuerta, 7% de aspersión y 3% por goteo (estos últimos ya no operan). El 80% de los que señalaron haber implementado riego por aspersión aún siguen operando. Como ya se señaló, antes del proyecto predominaba el sistema de riego por compuerta, de los cuales el 43% continúa operando.

Asistencia técnica

El 40% de los entrevistados del sistema de riego manifestó haber contado con asistencia técnica en riego tecnificado, lo que implica el reto para el Programa de implementar una mayor coordinación con otros programas o componentes que brinden asistencia técnica a las UR (Gráfica 50).

Por otra parte, el 97% considera importante hacer uso eficiente del agua; es decir, están sensibilizados sobre la sobreexplotación de los acuíferos, el déficit de agua y los efectos negativos que provoca.

Gráfica 48. Sistemas de riego que contaron con asistencia técnica

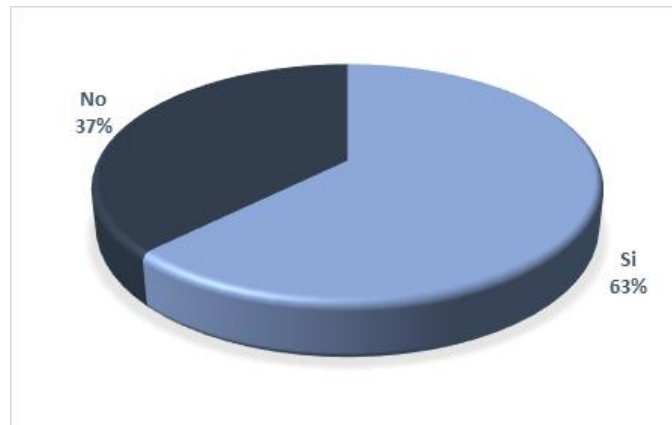


Fuente: elaboración propia con información de campo

Uso de fertiirrigación

La fertiirrigación permite la aplicación simultánea del agua de riego y de los nutrientes necesarios para el cultivo. De esta modalidad, el 63% reportó usarla (Gráfica 49), y un 55% manifestó haber recibido asesoría técnica, principalmente del técnico especialista (33%), seguido por despachos o empresas (29%).

Gráfica 49. Porcentaje de sistemas de riego que aplica fertiirrigación



Fuente: elaboración propia con información de campo, 2021.

Determinación de eficiencia de riego

La determinación de la eficiencia de riego está basada en los trabajos realizados en las visitas a las UR y la toma de datos. Como se ha mencionado, se carece de información sistematizada y de una línea base para poder analizar el impacto de los sistemas tecnificados de riego, por lo que se tomó la decisión de trabajar con la máxima información asequible, y así inferir el impacto de los sistemas tecnificados en el ahorro de agua.

La eficiencia de riego se dividió en: eficiencia de conducción del agua, eficiencia de aplicación, coeficiente de uniformidad y eficiencia de requerimiento de riego (%).

Eficiencia de Conducción

El 100% de los productores están satisfechos en la conducción de agua a la parcela, ya que estas se encuentran construidas con tubería de PVC, con excepción de tres casos que tienen otros materiales. Los productores reportaron que han instalado 80,538 m de tubería y que están al pendiente de fugas para repararlas de inmediato.

Con base en las mediciones con el gasto del medidor, y comparando con el gasto que llega a la parcela, se tiene registrada una eficiencia del 94% con una desviación estándar de 0.0105 y una varianza de 0.1034, que se consideran como baja variabilidad.

Lo anterior representa un ahorro de agua estimado del 35%, ya que con canales de tierra las pérdidas por infiltración son elevadas. Estas cantidades ahorradas son importante y actualmente se aprovechan, logrando en parte lo que se pretende con el PTR.

Análisis Estadístico de la eficiencia de aplicación

Una de las preguntas de mayor relevancia fue la variación en la eficiencia del sistema de riego, y la respuesta en el 70% de los propietarios fue que la eficiencia se incrementó al menos en 20%; además, el 29% de los productores contestó que el incremento fue de menos de un 20%; es decir, 99% de los entrevistados respondieron que la tecnificación de riego provocó una mayor eficiencia con el sistema de riego. Estos resultados indican el cumplimiento del objetivo del Fin del programa Mi Riego productivo.

Con las pruebas de riego en campo se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 22. Resultados de eficiencia en los tres sistemas tecnificados de riego

Sistema de riego	Eficiencia de aplicación (%)	Eficiencia de Conducción (%)	Eficiencia global (%)	Eficiencia de Requerimiento (%)	Coficiente de uniformidad (%)	Costo del metro cúbico (\$/m3)	Paso a riego por gravedad
Aspersión	80.73%	93.29%	74.99%	88.97%	80.01%	0.58	2
Compuerta	61.79%	94.95%	60.13%	99.53%	79.75%	ND	1
Goteo	83.54%	94.25%	79.42%	95.28%	77.59%	0.42	20
Total	79.15%	94.26%	75.32%	95.31%	78.24%	ND	23

Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Aparentemente existen diferencias entre las eficiencias, por lo que se recurrió a un análisis de varianza de correlación, siendo el resultado que existe diferencia estadísticamente significativa (0.0002) entre la eficiencia de la aplicación del riego y el tipo de riego (Cuadro 23).

Cuadro 23. Prueba de las medianas de Kruskal- Wallis de la variable eficiencia de riego por tipo de riego

Variable	Tipo de riego	N	Medias	g.l.	Medianas	H	p
Eficiencia de aplicación	Aspersión	15	0.81	0.16	0.88	17.29	0.0002
Eficiencia de aplicación	Compuerta	21	0.61	0.23	0.66		

Eficiencia de aplicación	Goteo	78	0.83	0.17	0.9		
---------------------------------	-------	----	------	------	-----	--	--

N=tamaño de muestra; g.l.= Grados de libertad; p=medida de significancia estadística.

Al comparar la mediana de la eficiencia de riego entre los tipos de riego, se encuentra que el riego por compuerta es estadísticamente distinto al riego por aspersión y al riego por goteo, por lo cual éstos dos últimos se pueden clasificar dentro de la misma subpoblación (Cuadro 24).

Cuadro 24. Comparación de las subpoblaciones por tipo de riego

Tipo de Sistema	Rango	Diferencia	Diferencia
Compuerta	30.83	A	
Aspersión	57.83		B
Goteo	64.62		B

La teoría indica que las eficiencias de riego de aspersión y riego por goteo son diferentes. Con los resultados obtenidos se muestra que la variabilidad es determinante y se interpreta que en estos sistemas existen un alto coeficiente de variabilidad (Coeficiente de variación – CV).

Cuadro 25. Coeficiente de variación de las pruebas

Sistema de riego	Eficiencia de aplicación (%)	Eficiencia de conducción (%)	Eficiencia global (%)	Eficiencia de Requerimiento (%)	Coef. uniformidad (%)	Costo (\$/m3)
Aspersión	19.89%	7.94%	19.36%	31.01%	9.52%	92.90%
Compuerta	35.98%	10.58%	34.65%	0.74%	8.37%	ND
Goteo	19.72%	11.45%	22.60%	11.54%	18.06%	99.15%
Total	79.15%	94.26%	75.32%	95.31%	78.24%	ND

Como se observa en el Cuadro 25, el CV de la eficiencia de aplicación es alto, pero similar en aspersión y goteo, y con alta variabilidad por Compuerta. Esto muestra un área de oportunidad para reforzar la capacitación técnica de los productores e ir escalando en incrementos de la eficiencia de aplicación. También se realizó un análisis de correlación con las variables de tenencia de la tierra y sistema de riego:

Cuadro 26. Prueba de las medianas (Kruskal- Wallis) de la eficiencia de riego por tenencia de la tierra

Variable	Tipo de tenencia	N	Media	GL	Medianas	H	p
Eficiencia de aplicación de riego	Ejidal	51	0.78	0.23	0.84	-6.86	>0.9999

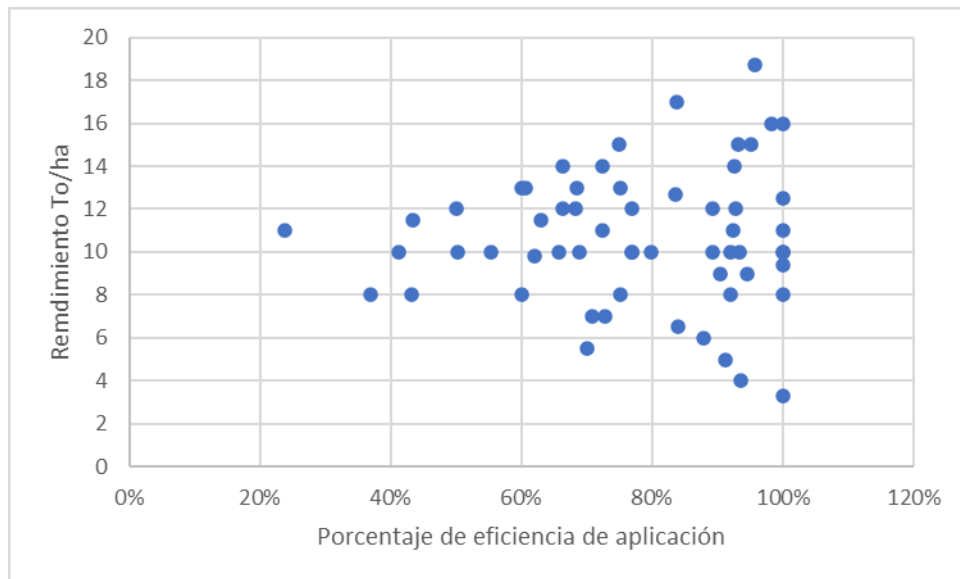
Eficiencia de aplicación de riego	Pequeña propiedad	60	0.81	0.16	0.87		
--	-------------------	----	------	------	------	--	--

El análisis de varianza muestra que no hay diferencia estadísticamente significativa ($p\text{-value} > 0.9999$) entre la eficiencia de la aplicación del riego y la tenencia de la tierra. Con esto se concluye que el tipo de tenencia de la tierra no está relacionado con la eficiencia de aplicación.

Con el fin de entender el diagnóstico, se procedió a analizar los resultados de eficiencias de aplicación por cultivo representativo, que por magnitud de su frecuencia fueron: maíz, alfalfa y brócoli.

Se planteó la hipótesis de que las altas producciones de maíz se correspondían con altas eficiencias de aplicación de riego. Con los resultados mostrados en la siguiente gráfica, se calculó la correlación, encontrando un coeficiente de 0.05 que indica que no existe relación entre ambas variables.

Gráfica 50. Relación entre el rendimiento y eficiencia de aplicación del riego



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Eficiencia global y sus componentes

Para la eficiencia global y sus componentes se recurrió a la estadística No Paramétrica, con el fin de detectar diferencia en una distribución que no era la Normal. Para ello se realizó un análisis de la varianza por medio de la prueba de Kruskal-Wallis. Todas las variables dependientes fueron analizadas en contraste con las variables independientes ya mencionadas. Así, no se encontró evidencia de que existan diferencias estadísticamente significativas en las categorías de análisis, con excepción de las variables “Tipo de riego” y “Categorización probabilística de la superficie de riego” para la variable

dependiente “Eficiencia en la aplicación de riego”, así como de la variable “Tipo de riego” para la variable dependiente “Eficiencia global”.

- a) Tipo de riego
- b) Tipo de tenencia
- c) Grado de escolaridad
- d) Edad del productor
- e) Superficie de riego

Cuadro 27. Resultado de ANVA para eficiencia global

Eficiencia global	Tipo de riego	0.0025
		Tipo de tenencia
	Grado de escolaridad	>0.9999
	Edad del Productor	>0.9999
	Superficie de riego	0.0619

Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

A partir del análisis exploratorio realizado, se puede concluir que, estadísticamente, el tipo de tenencia de la tierra, grado de escolaridad y la edad del productor no tiene relación con la eficiencia de riego. En cambio, se encontraron diferencias en la eficiencia de riego (p-value= 0.0002) en las Unidades de Producción clasificadas en dos categorías:

- a. Las que tienen riego por compuertas
- b. Las que tienen riego por goteo o por aspersión

De acuerdo con los resultados de la prueba de Kruskal Wallis, mientras que el 50 % de las UP con compuertas grupo tienen una eficiencia de aplicación de riego inferior a 0.61 (± 0.23); el 50% de las Unidades de Producción con riego por goteo-aspersión tienen una eficiencia superior de hasta 0.83 (± 0.23).

En cuanto a la eficiencia global del riego, se encontró que el valor de la mediana de este indicador fue superior en los predios con riego por goteo o aspersión (Cuadro 31).

Cuadro 28. Prueba de las medianas de Kruskal- Wallis de la variable eficiencia global de riego

Tipo de riego	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Goteo-Aspersión	97	0.71	0.28	0.81	10.63	0.0011
Compuerta	23	0.52	0.29	0.5		

Al existir significancia estadística, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias:

Cuadro 29. Comparación de medias en eficiencia global de riego

Tipo de Riego	Rango		
Compuerta	39.24	A	
Goteo-aspersión	65.54		B

Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Finalmente, se encontró evidencia estadísticamente significativa que permite afirmar que el valor promedio de la eficiencia de aplicación de riego en las UP con superficie de riego de hasta 44 ha es inferior en 0.12 con respecto a las superficies mayores que este valor (Cuadro 33).

Cuadro 30. Prueba de las medianas de Kruskal- Wallis de la variable eficiencia global de riego

Eficiencia de aplicación	Superficie de riego	N	Medias	GdeL	Medianas	H	p
Compuertas	C1	84	0.76	0.2	0.77	8.46	0.0036
Aspersión-goteo	C2	30	0.88	0.15	0.92		

El ANVA indica alta significancia, por lo que se realizó una prueba de comparación de medias:

Cuadro 31. Comparación de medias

Clase	Rango		
C1	52.12	A	
C2	72.57		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

En conclusión, la evidencia estadística refleja que:

- El valor de eficiencia de aplicación es diferente entre el riego por compuertas con el de goteo-aspersión.
- El valor de la eficiencia en el requerimiento de riego y el coeficiente de uniformidad, tienen una relación fuerte y positiva con la eficiencia de conducción.
- Se reafirma que, en cuanto a superficie de la unidad de producción, el sistema de compuertas es diferente al de goteo-aspersión.
- Los predios con riego por goteo o por aspersión, en promedio, son más eficientes que los predios donde se utiliza riego por compuertas y donde se tiene una mayor eficiencia en predios

de superficies mayores que 44 ha. Sin embargo, cuando se analizan las variables “tipo de riego” y “tamaño del predio”, se encuentra que el valor de la eficiencia de riego por compuertas es inferior, independientemente de la superficie bajo riego. En el caso de los predios mayores de 44 ha que utilizan riego por aspersión o por goteo hay mayor eficiencia.

Análisis de la eficiencia de aplicación

La eficiencia de aplicación se define como el porcentaje del volumen de agua que queda a disposición de los cultivos, con relación al volumen aplicado. Es uno de los parámetros más importantes para definir el desempeño del riego a nivel parcelario. En el análisis de esta eficiencia en las unidades de riego seleccionadas en la muestra, dada la forma de aplicación y manejo del agua, se separó por tipo de riego.

La clasificación de eficiencias, se basó en los siguientes parámetros:

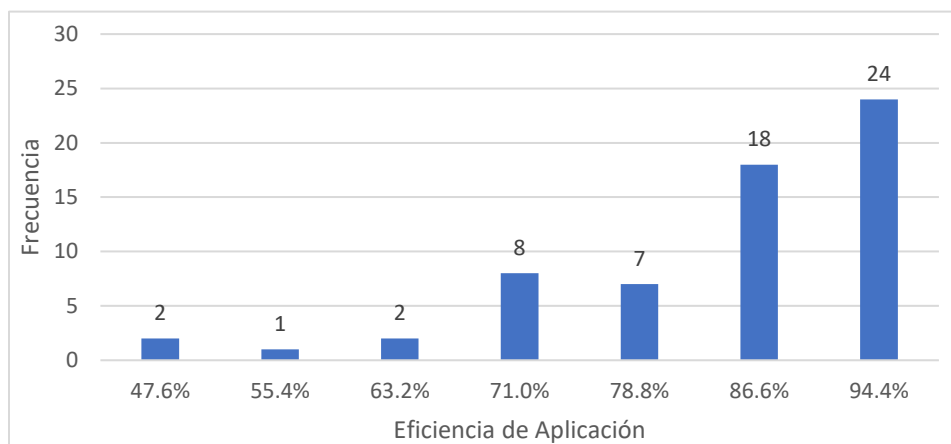
Parámetro	Clasificación del riego resultante		
	Malo	Satisfactorio	Bueno
Eficiencia de Aplicación	< 60	60 a 75	>75
Eficiencia de Aplicación del Requerimiento %	< 80	80 a 90	>90
Coeficiente de Uniformidad de Christiansen %	< 80	80 a 90	>90

Riego por goteo

De la muestra seleccionada, el 66% de las unidades de riego fueron apoyadas con sistemas de riego por goteo. De éstas, el 17% abandonaron este tipo de sistema para regresar a riego por gravedad y uno pasó a riego por aspersión. De acuerdo con las pruebas de campo realizadas para medir la eficiencia de aplicación en los sistemas con riego por goteo, se observó que la eficiencia promedio en este tipo de sistema es 84.6%, valor que se considera aceptable. El CV fue del 14.7 % y un sesgo de -0.90.

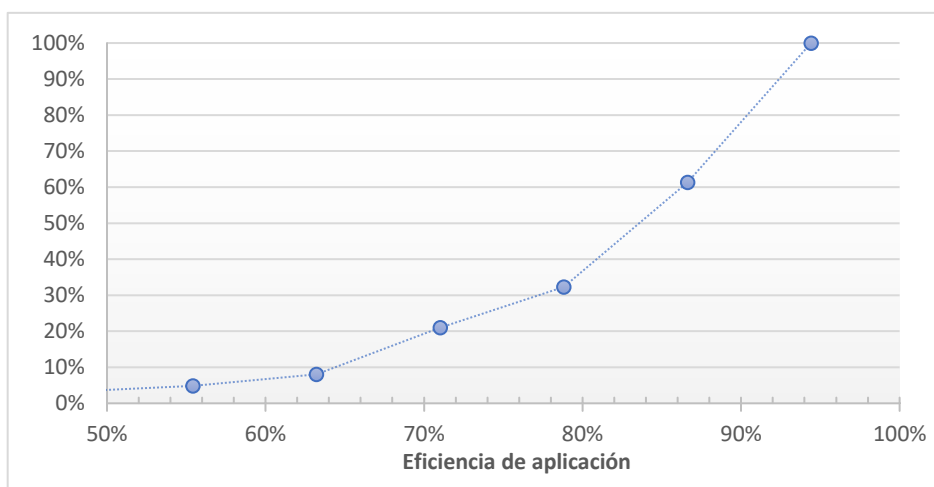
En la siguiente gráfica se observan las frecuencias de los sistemas evaluados:

Gráfica 51. Eficiencias de aplicación y su frecuencia



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Gráfica 52. Eficiencia de aplicación y su frecuencia relativa acumulada

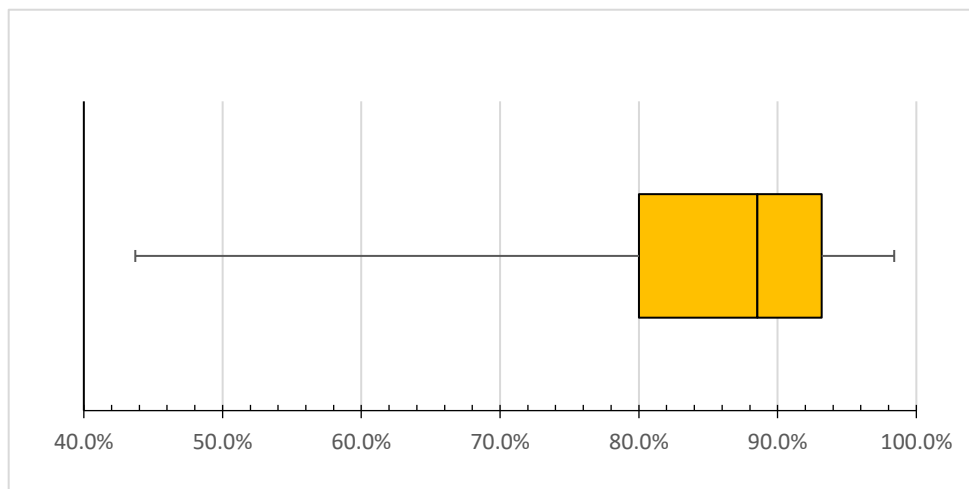


Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Es de observarse que un 32.3% de los sistemas de riego aplican el agua con eficiencias menores al 78.8%, lo que indica que un alto porcentaje de los sistemas de goteo instalados no operan con el potencial esperado para un sistema de este tipo.

En la siguiente gráfica se muestra un diagrama de caja con la variabilidad de los datos por cuartil. La mediana observada (cuartil 2) fue del 88.31%.

Gráfica 53. Cuartiles de la eficiencia de aplicación



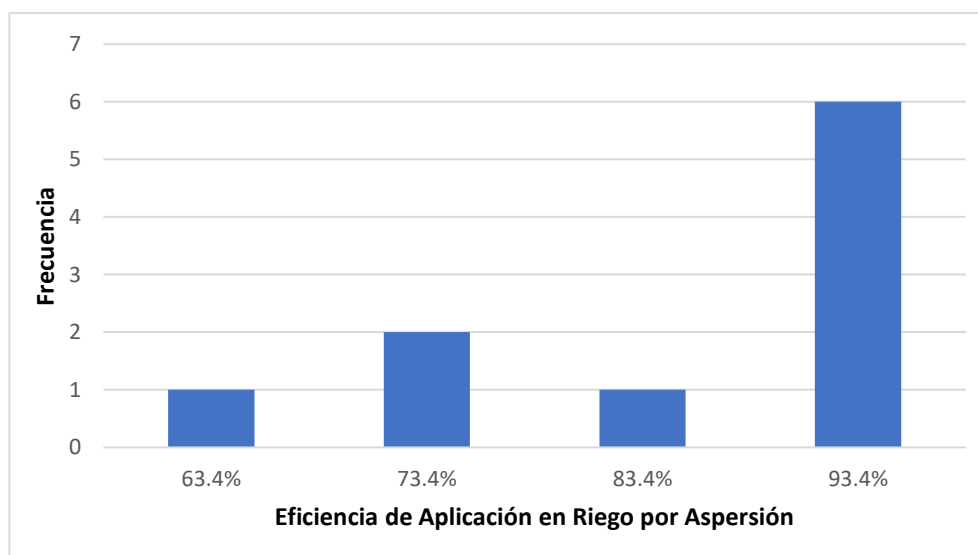
Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Riego por aspersión

De la muestra seleccionada, el 11% de las unidades de riego fueron apoyadas con sistemas de riego por aspersión, y de éstas, el 2.8% abandonó este tipo de sistema para regresar a riego por gravedad; en tanto que una UR pasó a riego por goteo. Con base en las pruebas de para medir la eficiencia de aplicación en los sistemas que continúan con riego por aspersión, la eficiencia promedio es **85.15%** (aceptable). El coeficiente de variación fue del 14.8 con un sesgo de -0.92.

En las siguientes dos gráficas se observan las frecuencias y la frecuencia relativa acumula de los sistemas evaluados.

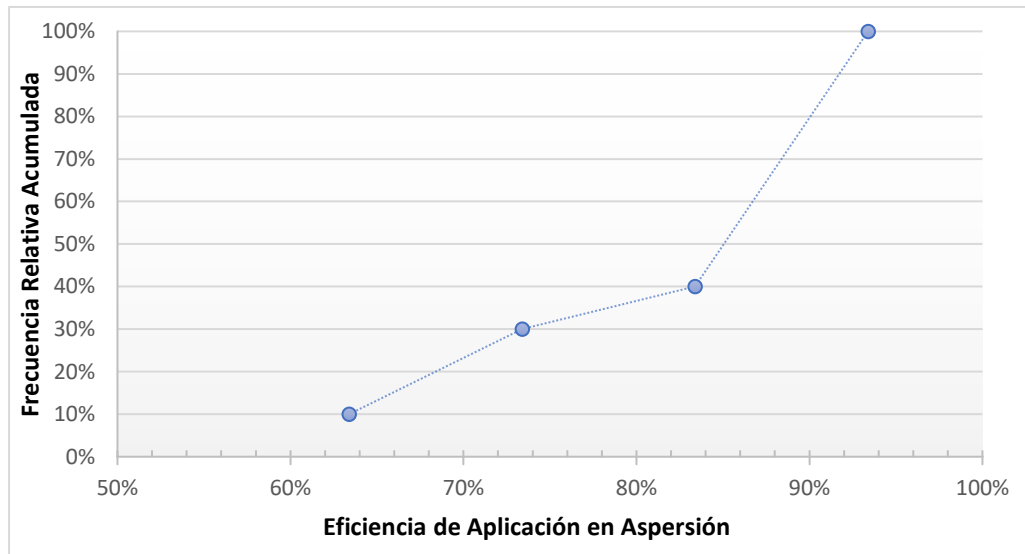
Gráfica 54. Eficiencia de Aplicación y frecuencia en Riego por Aspersión.



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

En la frecuencia relativa acumulada (Gráfica 56) se observa que un 40.0% de los sistemas de riego aplican el agua con eficiencia menor o igual al 83.4%, lo que muestra que un alto porcentaje de los sistemas de aspersión instalados no operan con el potencial esperado para un sistema de este tipo.

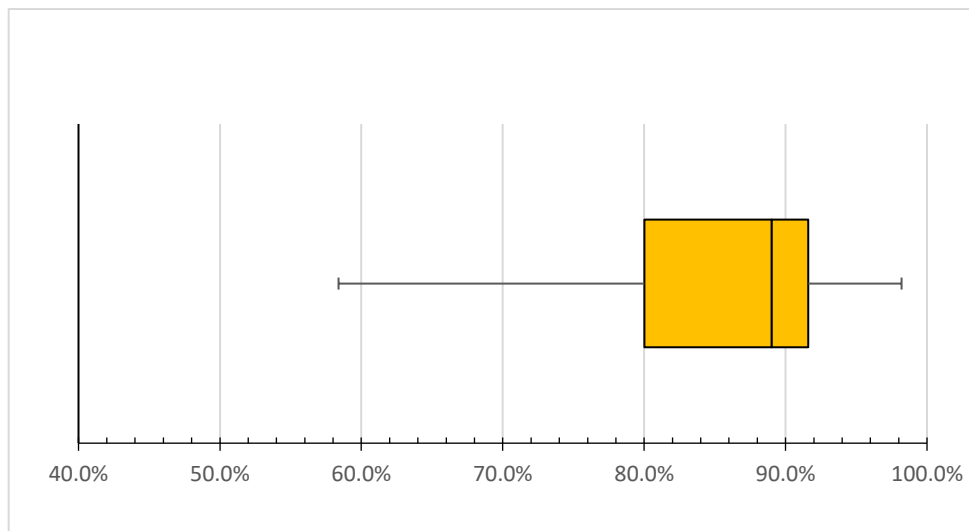
Gráfica 55. Eficiencia de aplicación y su frecuencia relativa acumulada



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

En la siguiente gráfica se muestra la variabilidad de los datos por cuartil, donde la mediana (cuartil 2) fue del 89.03%.

Gráfica 56. Cuartiles de la eficiencia de aplicación en aspersión



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

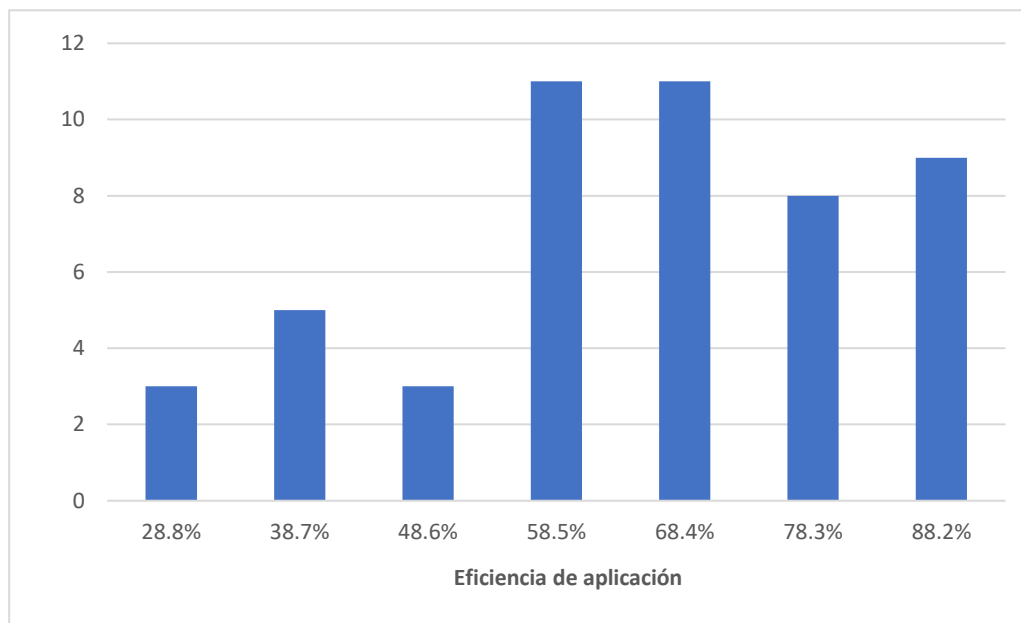
Riego por compuertas

De la muestra seleccionada, el 17% de la muestra fueron apoyadas con sistemas de riego por compuertas, pero al considerar los sistemas que pasaron a este tipo —que originalmente fueron apoyados con goteo o aspersión— finalmente se analizaron el 37% del total.

A partir de las pruebas de campo realizadas para medir la eficiencia de aplicación en los sistemas que riegan por compuerta, se observó que la eficiencia promedio es **65.25%** que se considera de acuerdo a la de escala como “satisfactorio”. El CV observado fue del 26.6 y un sesgo de -0.54.

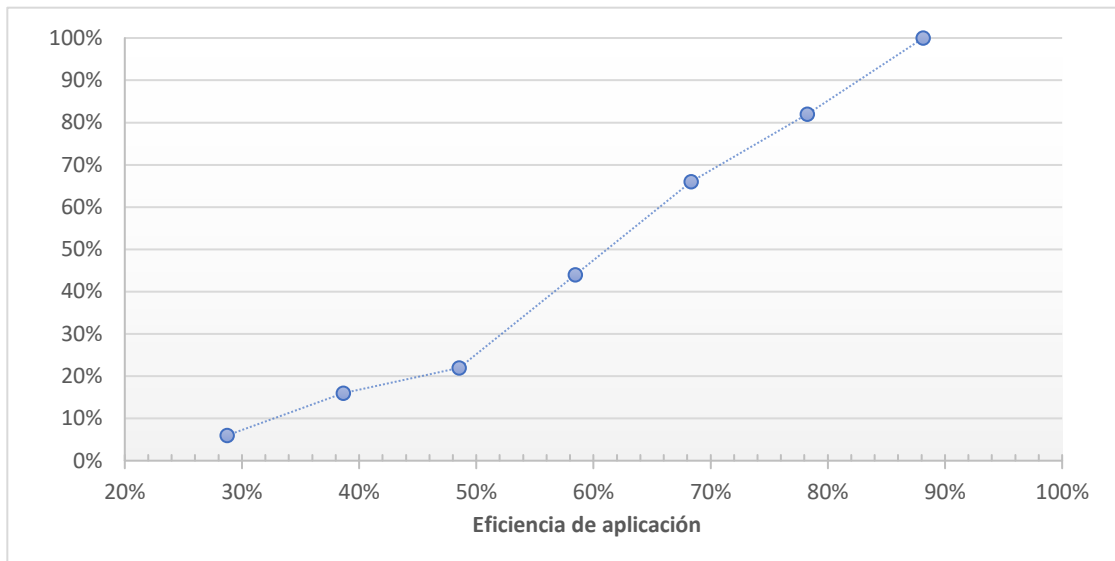
A continuación, se presentan las gráficas de frecuencias y frecuencia relativa acumula de los sistemas evaluados.

Gráfica 57. Eficiencia de aplicación y su frecuencia en compuerta



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Gráfica 58. Eficiencia de aplicación y su frecuencia relativa acumulada

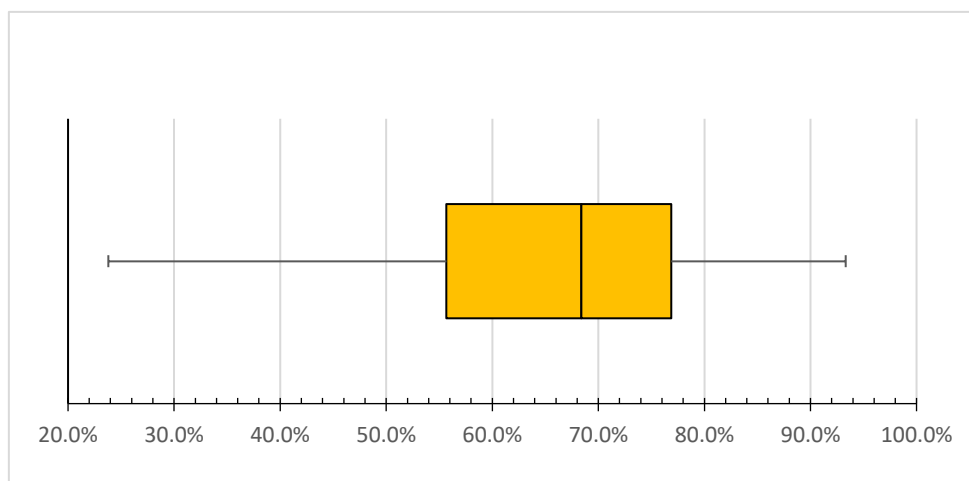


Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

De acuerdo con lo observado en la gráfica de frecuencia relativa acumulada, un 44.0% de los sistemas de riego aplican el agua con una eficiencia igual o menor al 58.5%, lo que muestra que un alto porcentaje de los sistemas de compuertas instalados desperdician el 41.5% del agua aplicada en la parcela.

En cuanto a la variabilidad de los datos, la mediana observada (cuartil 2) fue del 68.4% (Gráfica 60).

Gráfica 59. Cuartiles de la eficiencia de aplicación de Aspersión

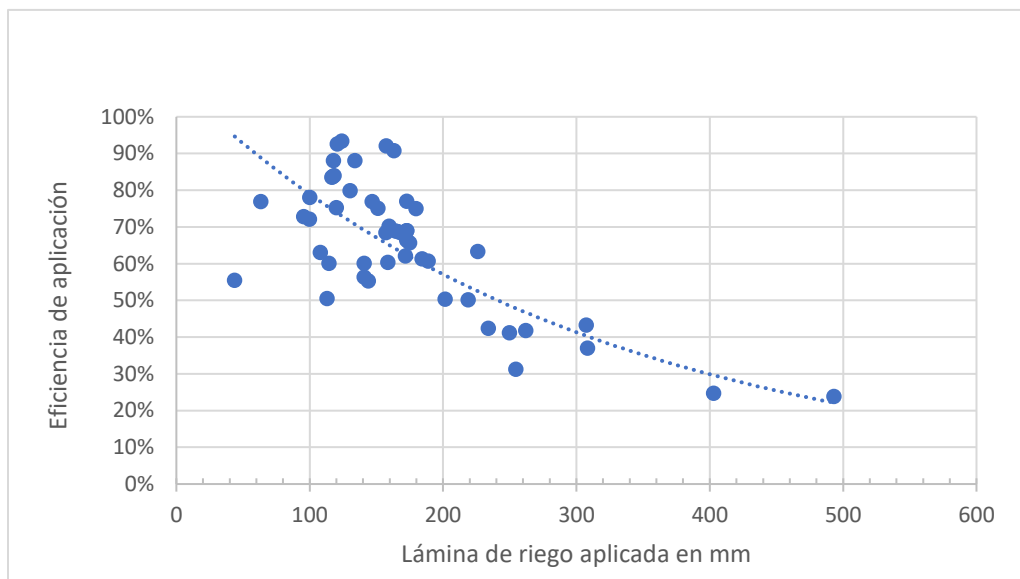


Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Es de observarse que el 7% de los sistemas evaluados contaron con capacitación y asistencia técnica en riego, y al agrupar las unidades de riego en “atendidas” y “no atendidas”, se observó que en las primeras la eficiencia de aplicación promedio fue del 72.1%, en tanto que el valor fue 63.5% en las segundas.

Al correlacionar la eficiencia de aplicación con la lámina de riego, se observa una clara tendencia a disminuir la eficiencia de aplicación conforme se incrementa la lámina aplicada (Gráfica 61).

Gráfica 60. Lámina de riego vs eficiencia de aplicación



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Análisis de la eficiencia de requerimiento

La eficiencia de requerimiento se define como el porcentaje del volumen de agua que queda a disposición de los cultivos, con relación al volumen de agua que demanda el cultivo y que puede ser almacenado por el suelo. En el análisis de esta eficiencia en las UR seleccionadas en la muestra, esta eficiencia tuvo un valor promedio del 99.79% (con un coeficiente de variación del 1.10%), lo que refleja una alta homogeneidad de este parámetro. De acuerdo con lo observado en el análisis, prácticamente en todos los casos el productor aplica una lámina mayor a la que requiere el cultivo y, en la mayoría, considerablemente superior, lo que da por resultado el lograr altas eficiencias de requerimiento del cultivo y bajas eficiencia de aplicación del riego, porque riega en exceso.

Análisis del coeficiente de uniformidad

Adicional a la información que proporcionan la eficiencia de aplicación y de requerimiento del riego, en el manejo del agua dentro de la parcela se busca aplicar una lámina de riego uniforme en toda el área de cultivo. En este sentido, el Coeficiente de Uniformidad complementa las eficiencias de aplicación y de requerimiento para inferir sobre la calidad del riego.

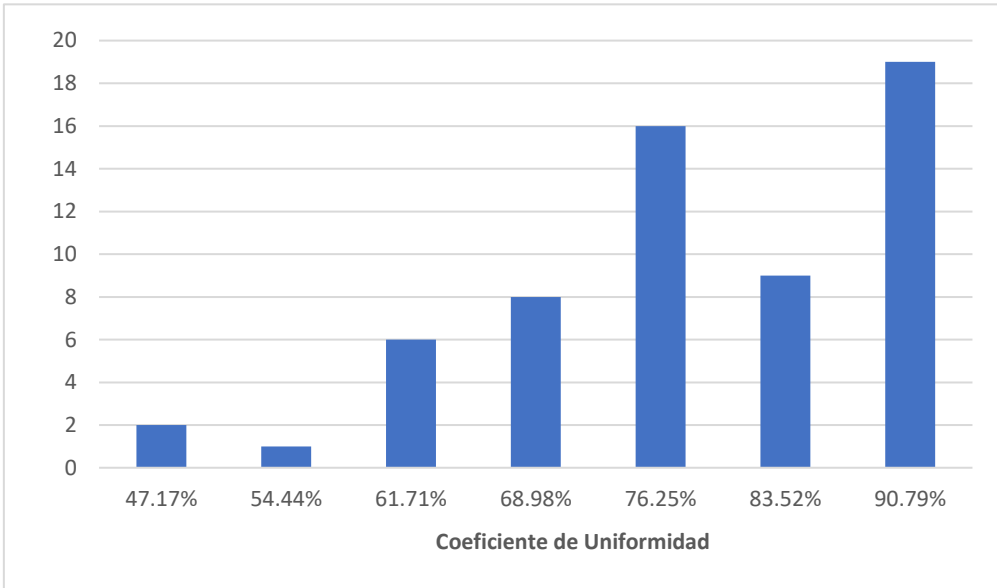
En el análisis del coeficiente de uniformidad en las UR seleccionadas en la muestra, dada la forma de aplicación y manejo del agua dentro de la parcela, se separó por tipo de riego.

Riego por goteo

De acuerdo con las pruebas de campo realizadas para medir el coeficiente de uniformidad en los sistemas que continúan con riego por goteo, se observó que su valor promedio es 78.25% (considerada aceptable). El coeficiente de variación fue del 15.5 % con un sesgo de -0.28.

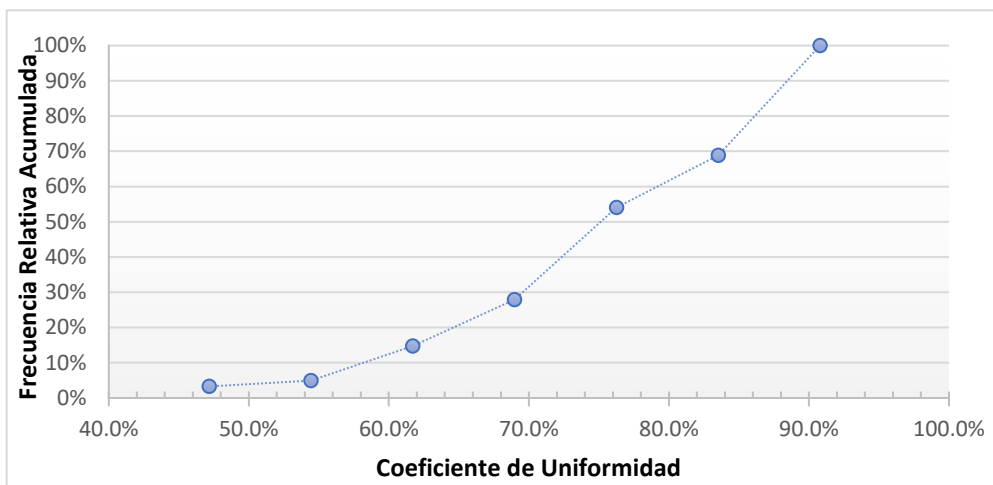
A continuación, se muestran los valores de frecuencias y frecuencia relativa acumulada de los sistemas evaluados.

Gráfica 61. Coeficiente de uniformidad y frecuencia en riego por goteo



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Gráfica 62. Coeficiente de uniformidad (frecuencia relativa acumulada)

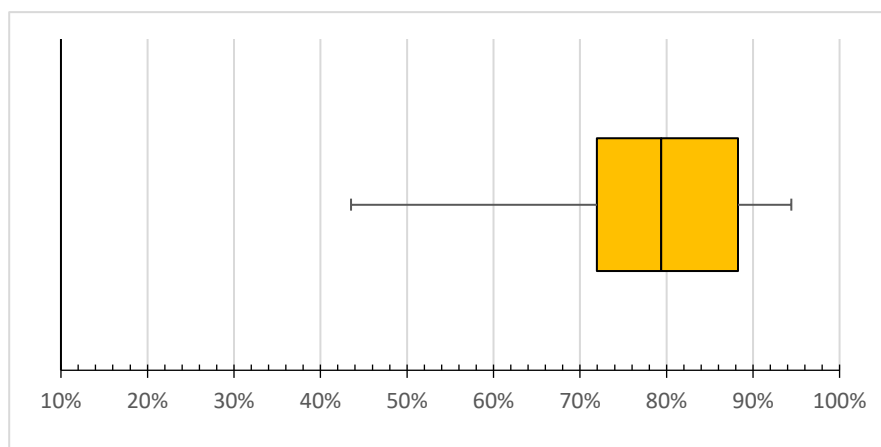


Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Es de observarse que un 54.1% de los sistemas de riego de goteo aplican el agua con un coeficiente de uniformidad menor al 76.25%, lo que indica que un poco más de la mitad de los sistemas instalados no operan con el potencial esperado. Un 31.1% de las UR operan con coeficientes entre el 87.2 y 94.4%, que es como se desearía que operarán todos los sistemas de goteo.

En la siguiente gráfica se muestra un diagrama de caja en la que se visualiza la variabilidad de los datos por cuartil; quedando la mediana (cuartil 2) en 79.4%.

Gráfica 63. Coeficiente de uniformidad (cuartiles)



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

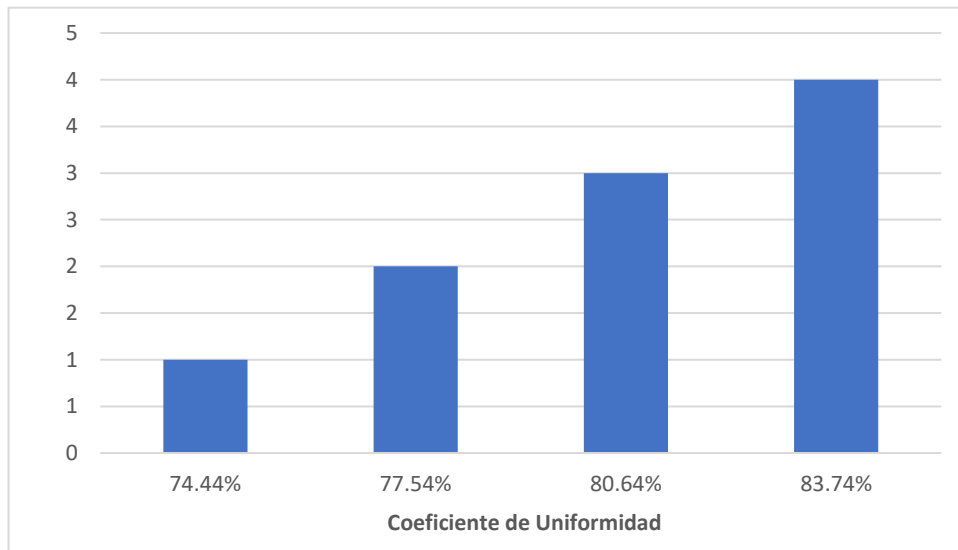
Se observa que el coeficiente de uniformidad de los sistemas analizados se ubica en un rango entre 53.5 a 94.2%, ligeramente menor que lo observado en la eficiencia de aplicación.

Riego por aspersión

Con base en las pruebas de campo realizadas para medir coeficiente de uniformidad en los sistemas que mantienen el riego por aspersión, se calculó que el coeficiente de uniformidad en este tipo de sistema es 78.25% (aceptable), y presentó un coeficiente de variación del 15.5 con sesgo de -0.28.

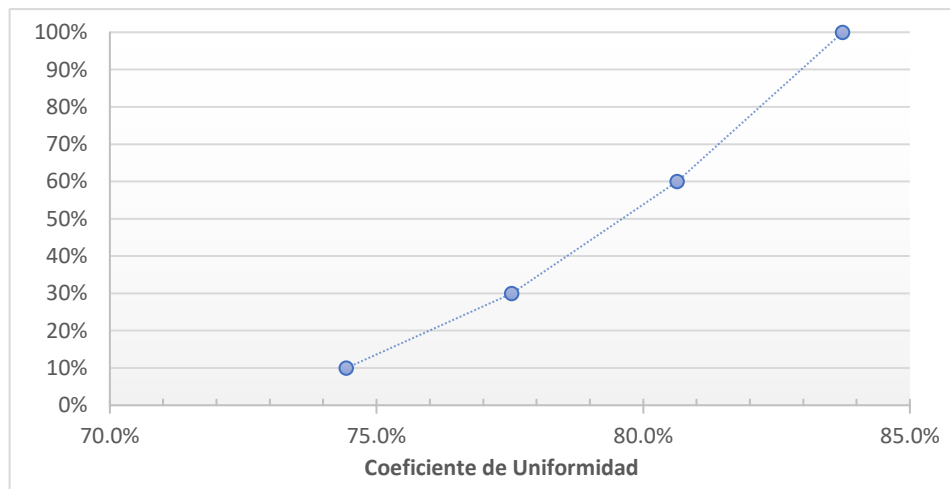
Las frecuencias de coeficiente de uniformidad y la frecuencia relativa acumulada se muestran en las siguientes dos gráficas:

Gráfica 64. Frecuencia del coeficiente de uniformidad



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

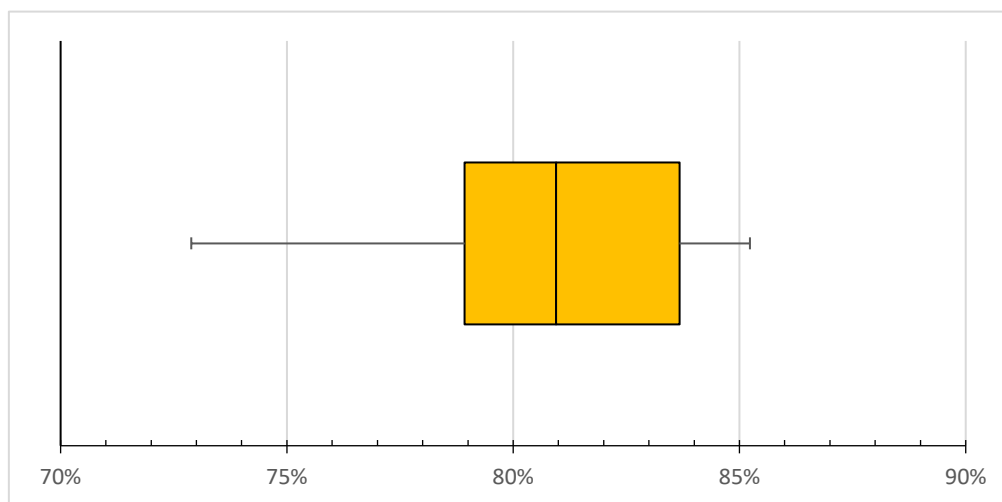
Gráfica 65. Coeficiente de uniformidad (frecuencia relativa acumulada)



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

De la gráfica de frecuencia relativa acumulada se observa que un 30.0% de los sistemas de riego aplican el agua con una uniformidad menor o igual al 77.5%, lo que muestra que un alto porcentaje de los sistemas de aspersión instalados no operan con el potencial esperado. La variabilidad de los datos fue tal que la mediana fue del 80.95% (Gráfica 67).

Gráfica 66. Cuartiles del Coeficiente de Uniformidad



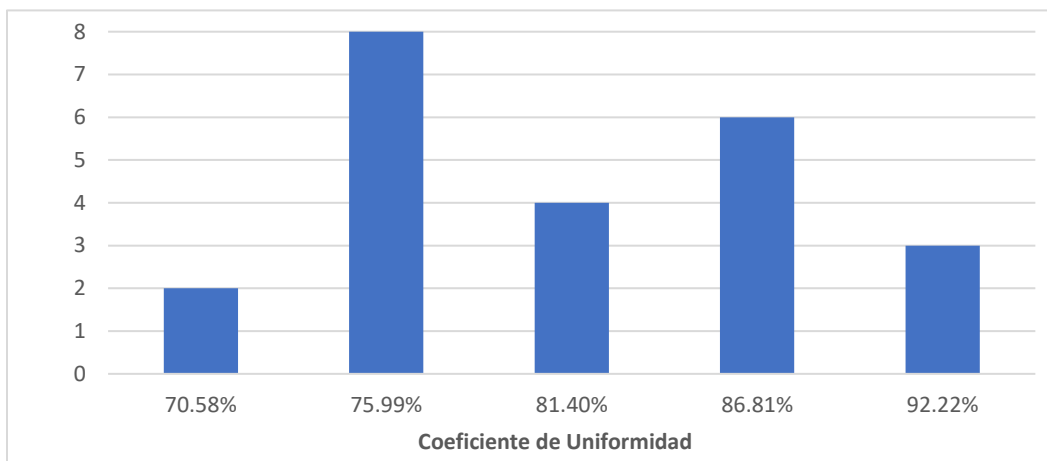
Se observa que el coeficiente de uniformidad de los sistemas analizados se ubica en un rango entre 72.9 a 85.23%, menor que lo observado en la eficiencia de aplicación, donde su rango va de 58.4 a 98.2%. De acuerdo con ello, en los sistemas de aspersión es menos variable la uniformidad en la aplicación del riego que la eficiencia de aplicación; es decir, en el manejo del riego influye más la operación del riego que el diseño del mismo.

Riego por compuertas

Con base en las pruebas de campo realizadas para medir la eficiencia de aplicación en los sistemas que se riegan por compuerta, se observó que el coeficiente de uniformidad promedio en este tipo de sistema es 81.63%, mismo que se considera satisfactorio. El coeficiente de variación observado fue del 9.57% con sesgo de 0.26.

En cuanto a la distribución del coeficiente de uniformidad, la mayoría de UR evaluadas estuvo en 75.99%, en tanto que esto se ve claro en la frecuencia acumulada (Gráficas 68 y 69).

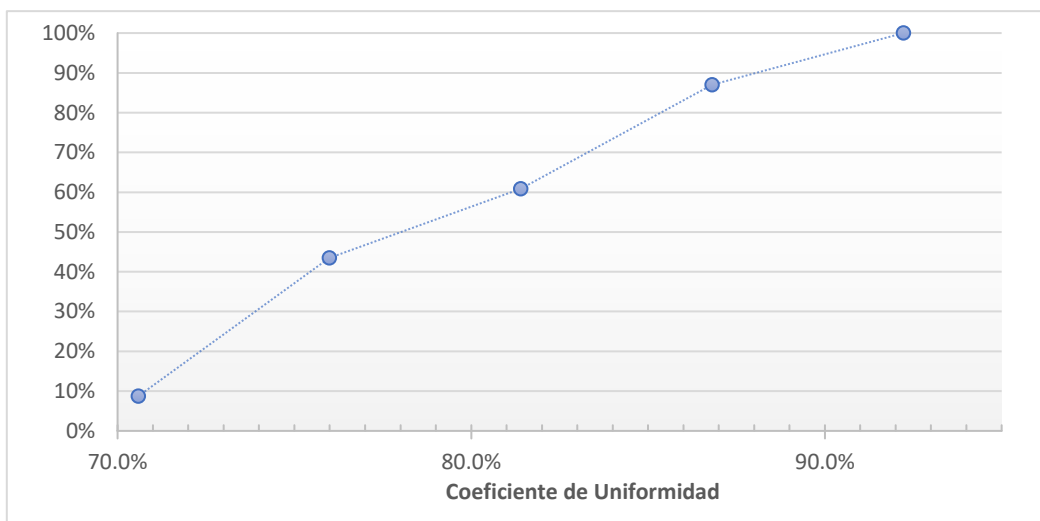
Gráfica 67. Coeficiente de Uniformidad y su frecuencia en riego por compuertas



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

De acuerdo con lo observado en la gráfica de frecuencia relativa acumulada, un 60.9% de los sistemas de riego aplican el agua con uniformidad igual o menor al 81.4%, lo que representa una buena área de oportunidad en la mejora del manejo del riego.

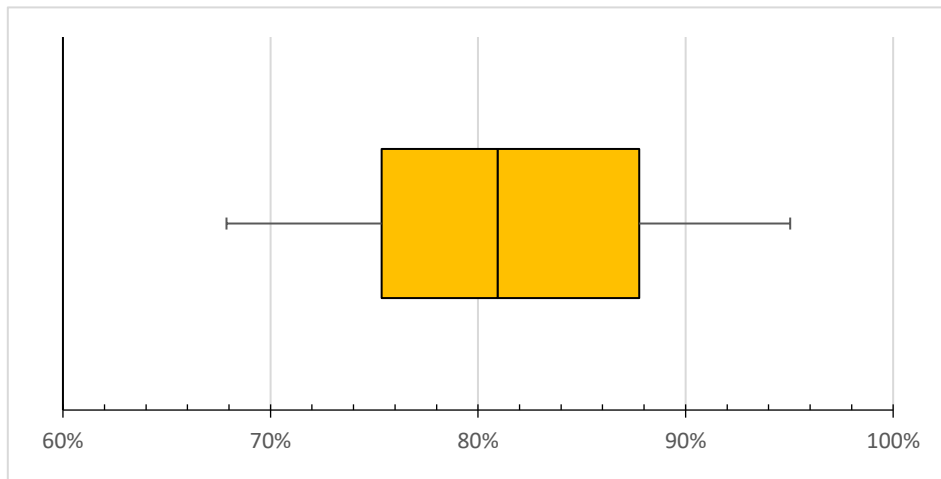
Gráfica 68. Coeficiente de Uniformidad y su frecuencia relativa acumulada en compuertas



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

En la siguiente gráfica se muestra la variabilidad de los datos (mediana = 80.95%). Se observa que el coeficiente de uniformidad de los sistemas analizados se ubica en un rango entre 67.88 a 95.04%.

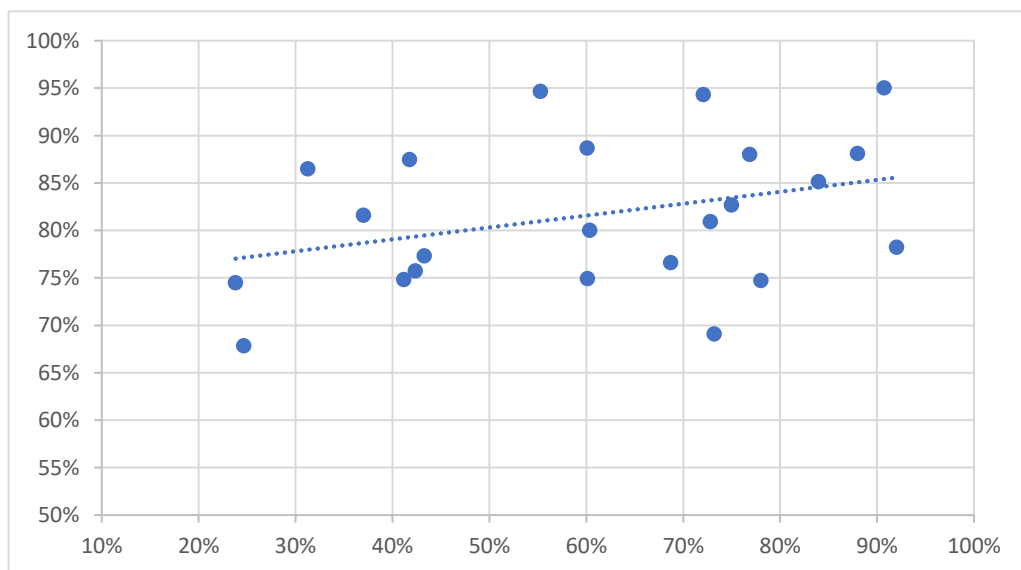
Gráfica 69. Cuartiles del Coeficiente de Uniformidad en riego por Compuertas



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Al correlacionar la eficiencia de aplicación con el coeficiente de uniformidad, se observa una ligera tendencia a aumentar el coeficiente de uniformidad conforme se incrementa eficiencia de aplicación. Sin embargo, un alto coeficiente de uniformidad no necesariamente refleja una alta eficiencia en la aplicación del riego, ya que la uniformidad solo refleja cómo se distribuye el agua a lo largo de la parcela, no necesariamente en la zona de raíces.

Gráfica 70. Eficiencia de aplicación vs coeficiente de uniformidad



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Análisis de la lámina de agua aplicada por riego

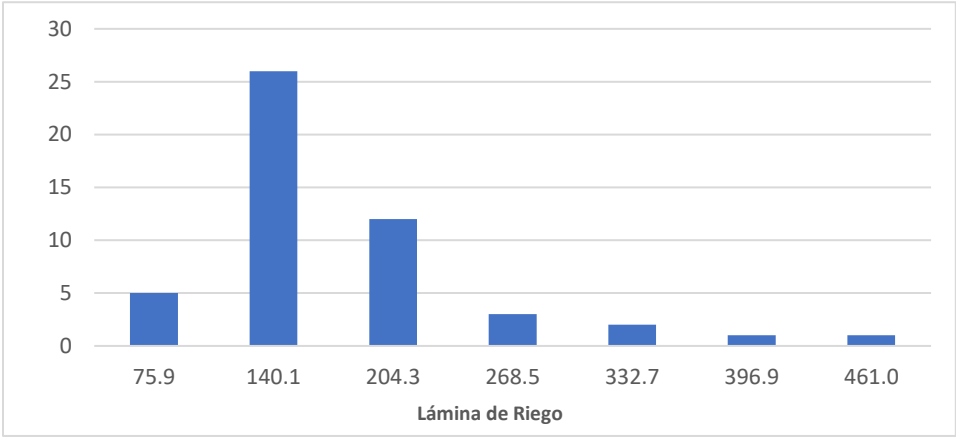
Adicional a la determinación de los parámetros de desempeño descritos anteriormente, se realizó un análisis de la lámina de agua aplicada por riego, para cada uno de los tipos de sistemas definidos. Enseguida se muestran los principales resultados para cada uno de los sistemas de riego.

Riego por compuertas

En riego por compuertas se aplica una lámina de agua promedio de 17.2 cm por riego, con un coeficiente de variación del 47.7%, que se considera muy alto.

En la siguiente gráfica se muestra la frecuencia de la lámina de riego para los diferentes rangos definidos, y a continuación la frecuencia relativa acumulada.

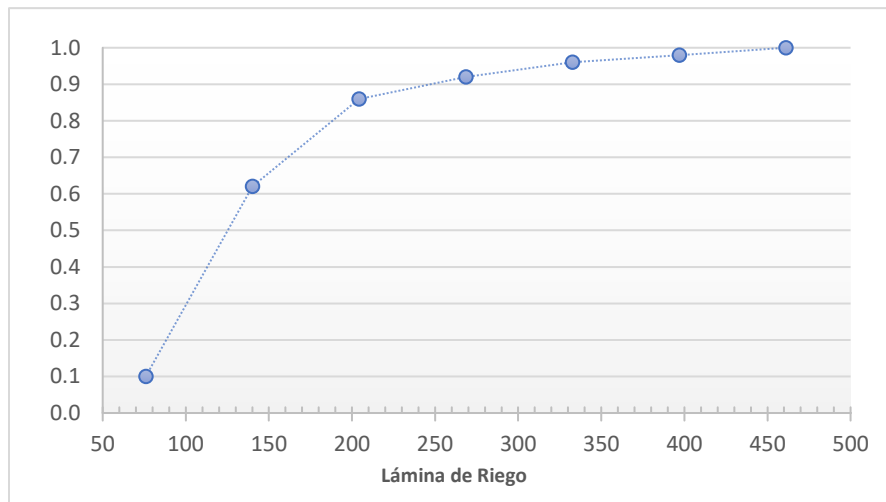
Gráfica 71. Láminas de riego y su frecuencia en riego por compuertas



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

En la frecuencia relativa acumulada (Gráfica 73) se observa que el 16% riega, al menos, 20.4 cm; un 25% riegan con láminas entre 14.1 y 20.4 cm —que son láminas también altas. Este 35% de las unidades de riego representan un alto riesgo para la sustentabilidad del agua.

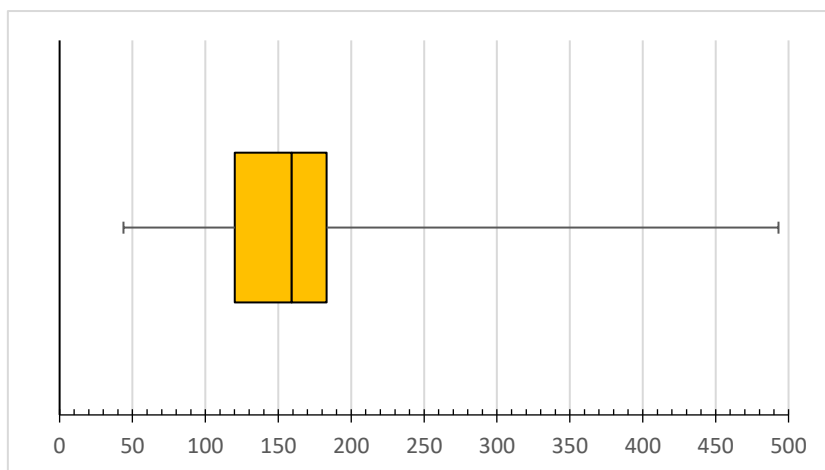
Gráfica 72. Frecuencia relativa acumulada en Riego por compuertas



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

En cuanto a la variabilidad de los datos, el resultado fue el siguiente:

Gráfica 73. Variabilidad de los datos en la lámina de riego (cuartiles)

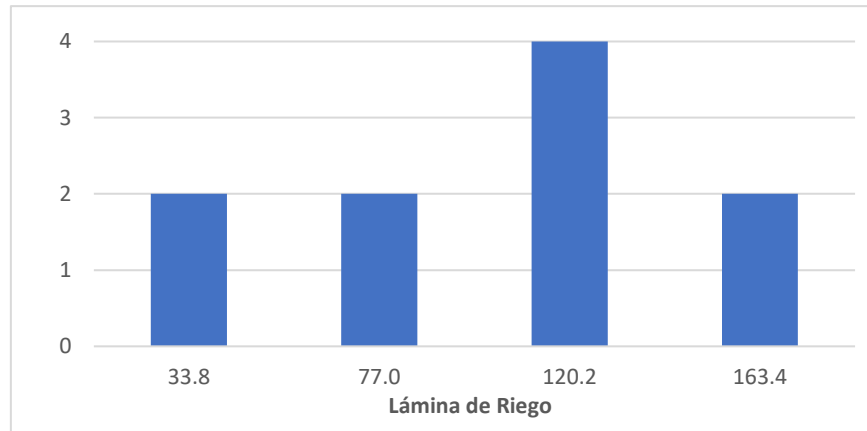


Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Riego por aspersión

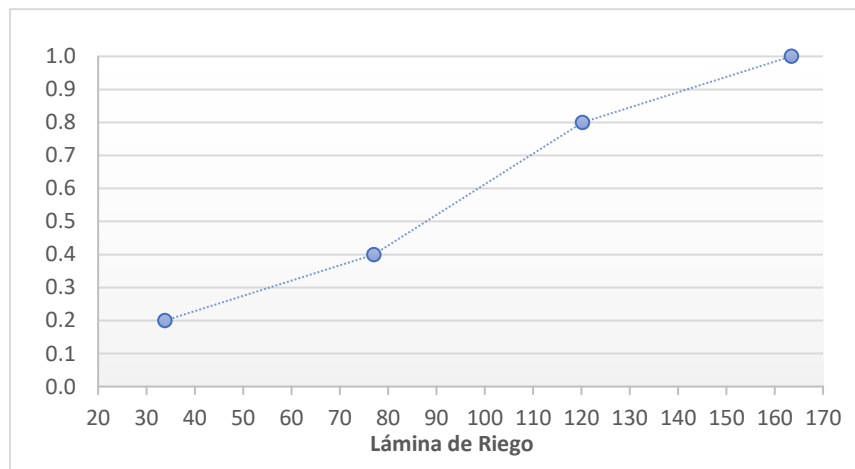
En riego por aspersión se aplica una lámina de agua promedio de 7.4 cm por riego, con un coeficiente de variación del 55.8%, lo que resulta muy alto. En las siguientes gráficas se muestra la frecuencia de la lámina de riego para los diferentes rangos definidos, así como la gráfica de frecuencia relativa acumulada, y una gráfica de cajas.

Gráfica 74. Frecuencia de lámina en riego por aspersión



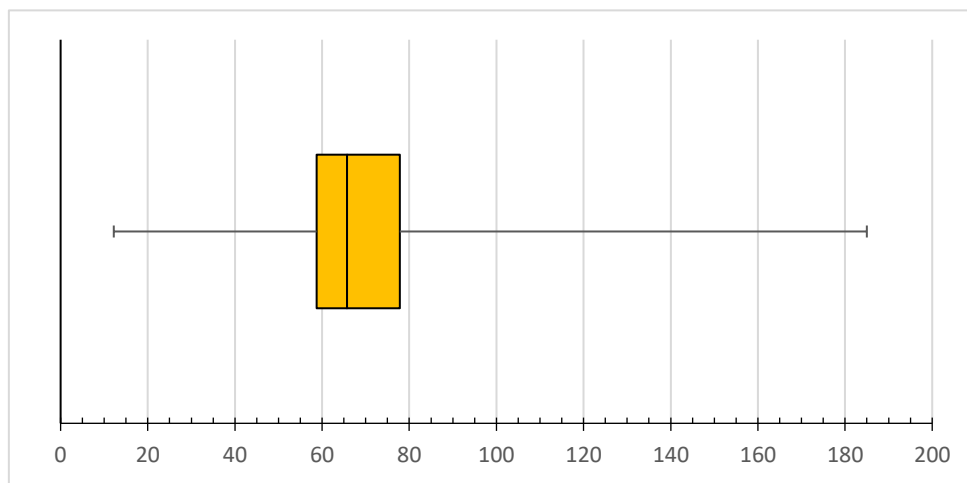
Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Gráfica 75. Lámina de riego y frecuencia relativa acumulada en riego por aspersión



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Gráfica 76. Cuartiles de Lámina de riego aplicada en riego por aspersión



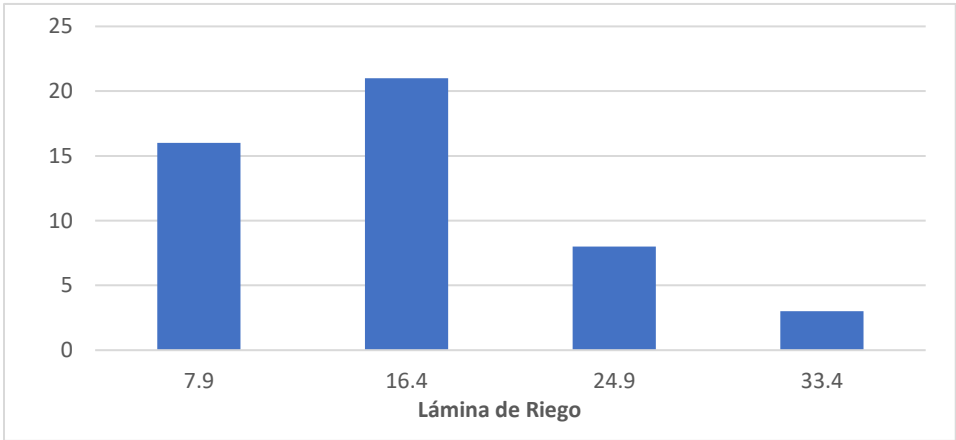
Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

En la gráfica de frecuencia relativa acumulada se observa que el 20% riega con más de 12.0 cm; un 40% riega con láminas entre 7.7 y 12 cm (dentro del rango normal en un sistema de riego de este tipo). Un 40% de las UR aplica lámina de hasta 7.7 cm, lo que, combinado con una buena frecuencia en la aplicación del riego, favorece los mejores resultados en el riego por aspersión.

Riego por goteo

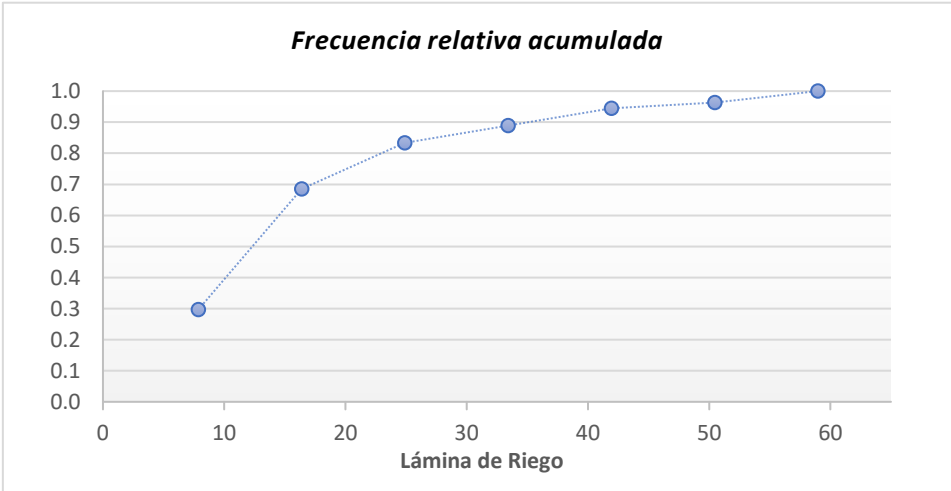
En riego por goteo se aplica una lámina de agua promedio de **19.3 mm** por riego, con un coeficiente de variación del 69.2%, muy alto. En las siguientes gráficas se muestra la frecuencia de la lámina de riego para los diferentes rangos definidos, así como la gráfica de frecuencia relativa acumulada, y una gráfica de cajas.

Gráfica 77. Lámina de riego por goteo y frecuencia



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Gráfica 78. Lámina de riego y su frecuencia relativa acumulada



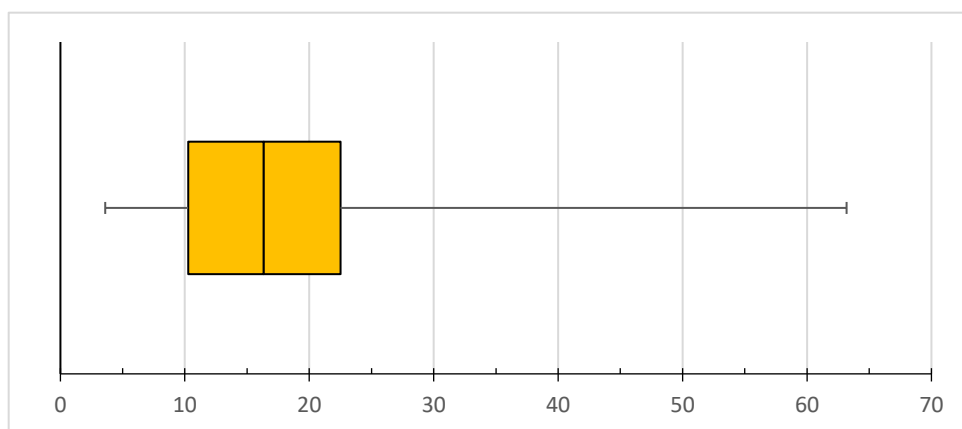
Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

En la frecuencia relativa acumulada se observa que el 83% riega con láminas de hasta 25 mm, lo cual está dentro del rango aceptable para este tipo de sistemas de riego; solo un 6% aplica láminas mayores a 42 mm (Gráfica 79).

Se observó que tres de las 62 unidades de riego evaluadas (4.8%) aplican láminas de 147, 162 y 212 mm, por tratarse del riego de nacencia. Aun tratándose de riego por goteo, son riegos muy exagerados, lo que fomenta el desperdicio de agua.

Finalmente, en la gráfica de cuartiles se muestra la variabilidad de las láminas de riego aplicadas, observándose que los valores representativos están en rangos razonables: Mediana 16.4 mm y los cuartiles 1 y 3 con valores de 9.9 y 22.55 mm, respectivamente.

Gráfica 79. Cuartil de láminas aplicadas en riego por goteo



Fuente: Investigación propia basada en resultados de las pruebas

Análisis de las unidades de riego

Las unidades de riego (UR) con proyecto de tecnificación de riego con mayor superficie se encuentran en los acuíferos de Irapuato-Valle, Laguna Seca, Cuenca Alta del Río Laja y Valle de Celaya, concentrando el 65% de la superficie total. En estos cuatro acuíferos existen 5,410 pozos agrícolas (42% del total), y en 2018 reportaban un abatimiento anual de 2 metros. El tipo de tenencia de la tierra que predomina es el de pequeña propiedad, pero en las UR que se encuentran en el acuífero de Irapuato-Valle predomina el régimen ejidal.

Cabe destacar que los acuíferos Laguna Seca y Cuenca Alta del Río Laja —donde se concentra la mayor superficie de unidades de riego— no son los que presentan la mayor disponibilidad de pozos agrícolas. Como se señaló anteriormente, esto puede significar un sesgo en el proceso de focalización del

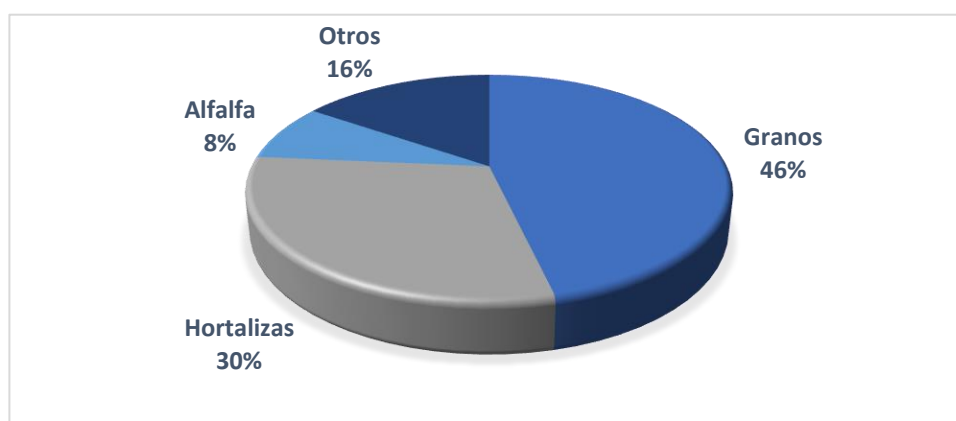
programa: destinar menos presupuesto para las UR ubicadas en los acuíferos de mayor sobreexplotación.

Las unidades agrícolas beneficiaras se dedican a la producción de granos, forrajes y hortalizas, y se presenta una gran diversidad, como se describe a continuación.

Producción de granos

La producción de granos representa el 46% del total de las unidades apoyadas por el PTR, seguido por hortalizas (30%) y la alfalfa (8%). Estos tres tipos de explotación representan el 84% del total, y el resto lo constituyen cultivos como fresa, espárragos, forrajes, limón, entre otros (Gráfica 51).

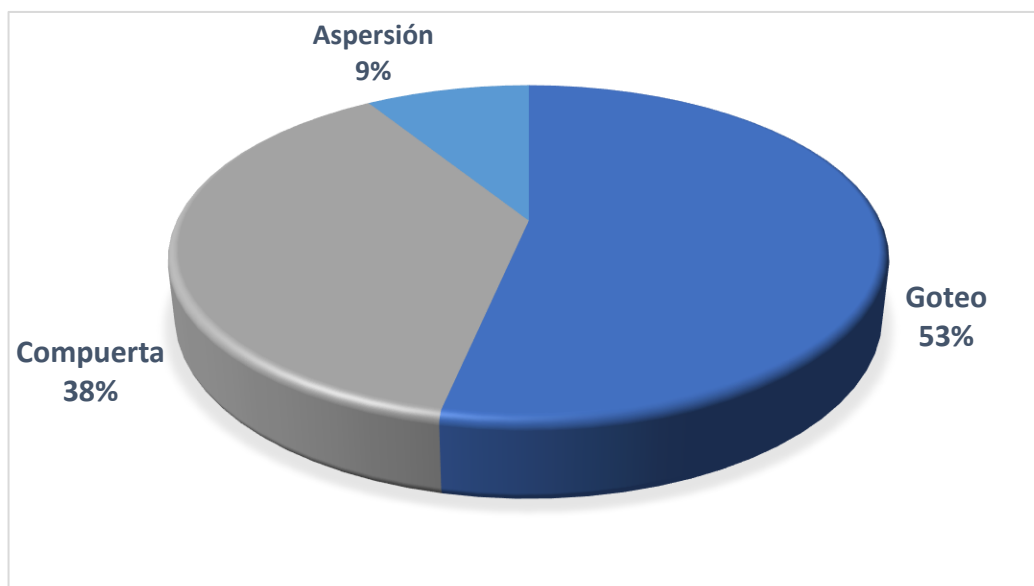
Gráfica 80. Tipo de producción apoyada por el Programa de Tecnificación de Riego



Fuente: elaboración propia con información de campo, 2021.

La producción de granos y hortalizas representan el 76% de las unidades. Refiriéndose a los granos, el 53% se realiza mediante el sistema de riego por goteo, seguido por el riego por compuerta (38%) y un 9% por aspersión (Gráfica 81).

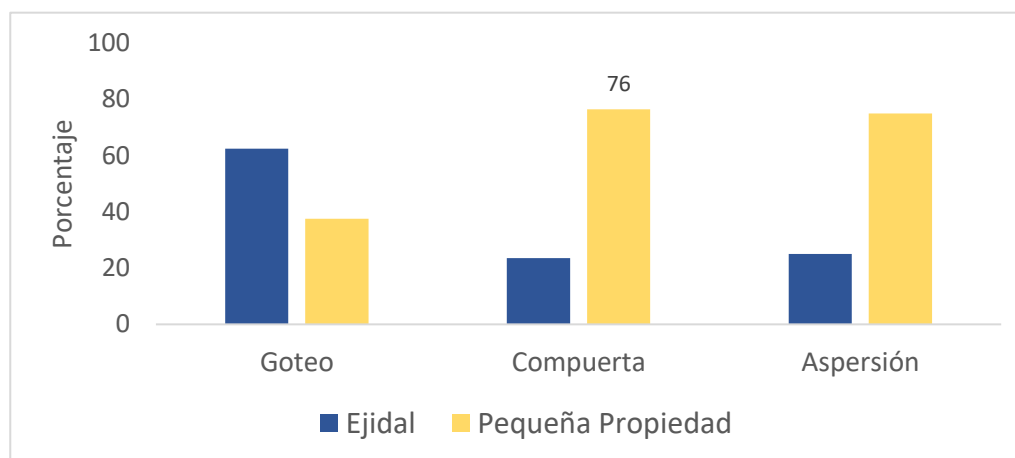
Gráfica 81. Producción de granos por tipo de sistema de riego



Fuente: elaboración propia con información de campo, 2021.

Al realizar un análisis por régimen de tenencia de la tierra, el 53% que utiliza el riego por goteo predomina el régimen ejidal. En contraste, en los riegos con compuerta y aspersión, dos terceras partes lo realizan bajo el régimen de pequeña propiedad (Gráfica 82).

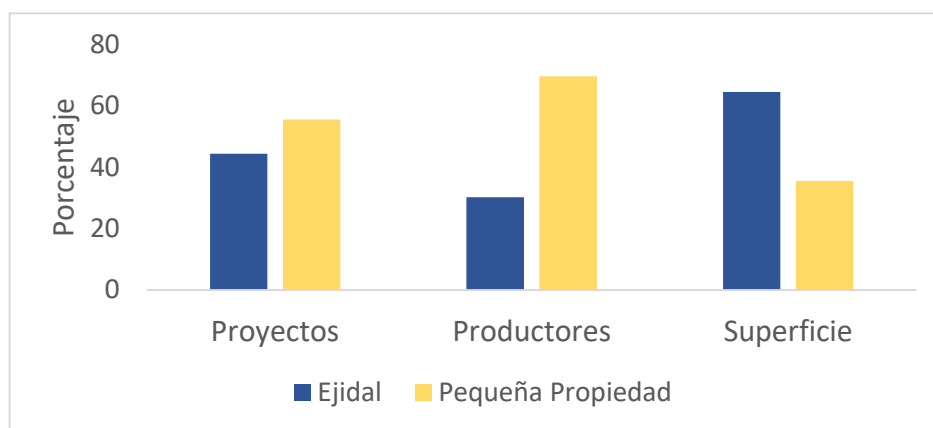
Gráfica 82. Proyectos de Explotación de Granos por Tenencia (Porcentaje)



Fuente: elaboración propia con información de campo, 2021.

El 65% de la superficie tecnificada de riego para la producción de granos es ejidal, pero la mayor parte de los proyectos se han destinado a los productores en régimen de pequeña propiedad, que representan un 70% del total de productores (Gráfica 83).

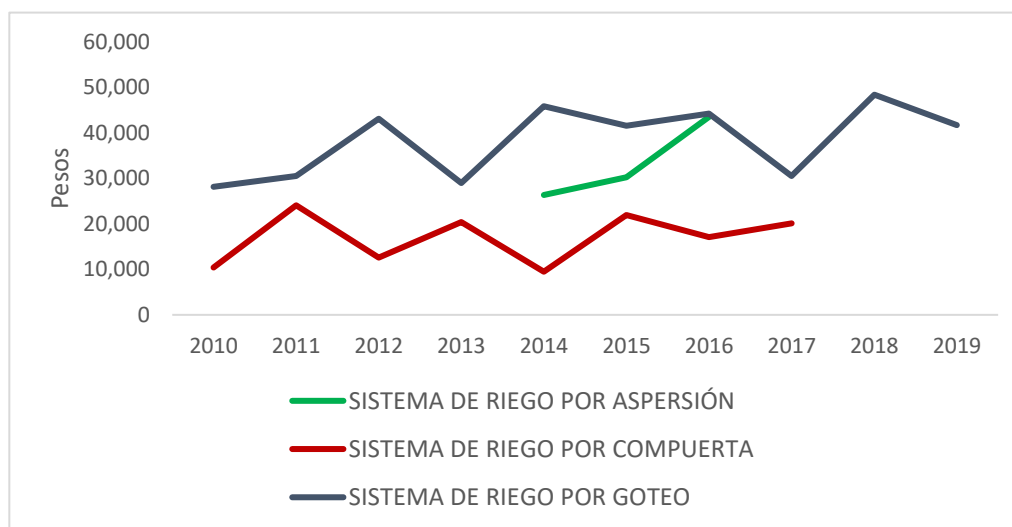
Gráfica 83. Porcentaje de proyectos de granos, productores y superficie por tipo de tenencia



Fuente: elaboración propia con información de campo, 2021.

En 2019 el costo promedio para instalar el sistema de riego por goteo en una hectárea de producción de granos fue de \$41,723. En 2018 y 2019 no se apoyaron proyectos de sistema de riego de compuerta para este tipo de producción. No obstante, en 2017 el costo fue de \$20,091, prácticamente la mitad de lo que cuesta el sistema de riego por goteo. En lo que respecta al riego por aspersión, para el cultivo de granos sólo se apoyaron tres años. Cabe hacer mención que a nivel ejidal el costo es mayor que en pequeña propiedad: el promedio en los últimos diez años del primero fue de \$33,399; mientras que en el segundo fue de \$28,776 pesos (17% de diferencia).

Gráfica 84. Costos promedio del sistema de riego para producción de granos

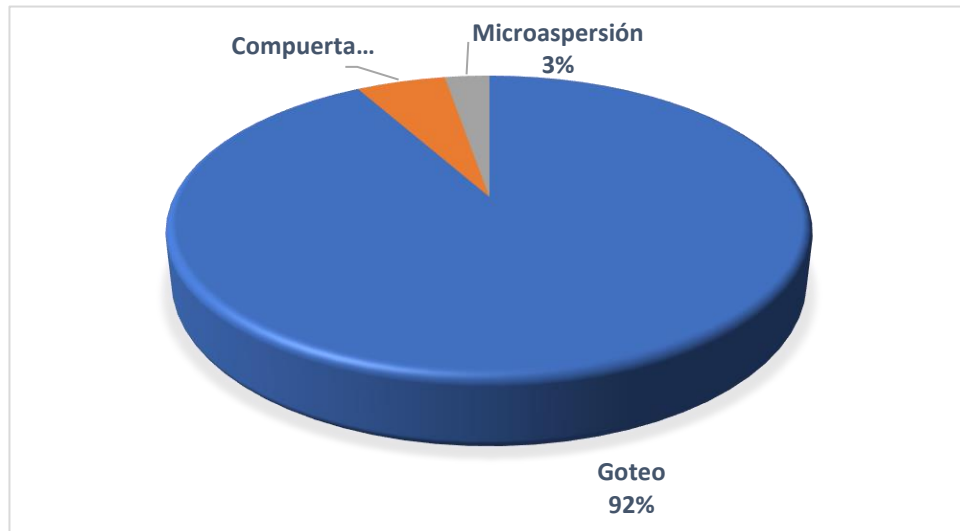


Fuente: elaboración propia con datos de la DTAAA.

Producción de hortalizas

El 92% de la producción de hortalizas se realiza por sistema de riego de goteo, y el resto corresponde a proyectos con riego de compuerta y microaspersión (Gráfica 85).

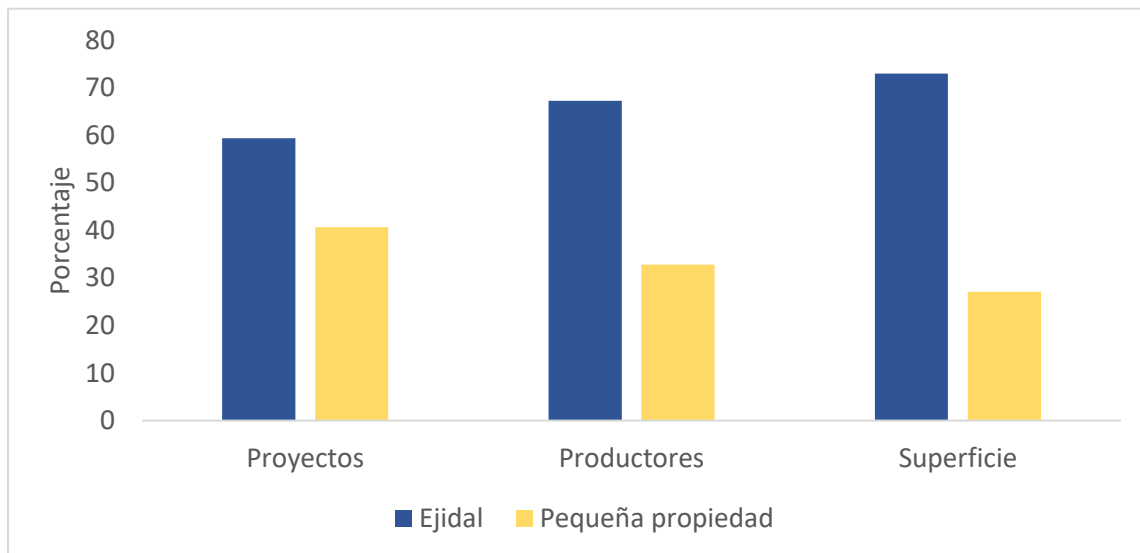
Gráfica 85. Producción de hortalizas por tipo de sistema de riego



Fuente: elaboración propia con datos de la DTAAA.

El 59% de los proyectos apoyados fue en régimen de propiedad ejidal, casi dos terceras partes de la superficie donde se encuentran estos proyectos de hortalizas es propiedad social, y el 67% de los productores son ejidatarios (Gráfica 86).

Gráfica 86. Porcentaje de hortalizas, productores y superficie por tipo de tenencia

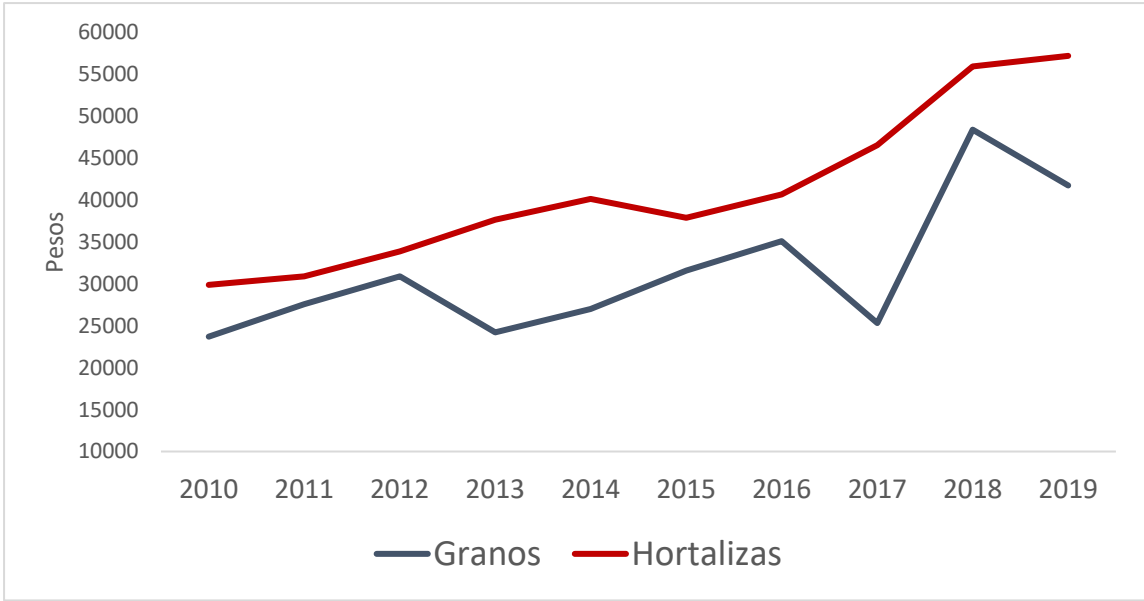


Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del trabajo de campo.

El costo promedio general (2010 a 2019) para instalar el sistema de riego por goteo para la producción de hortalizas fue de \$40,507, siendo mayor para el régimen ejidal (\$44,966 pesos), que para pequeña propiedad (\$30,048 pesos).

Al comparar el costo promedio de la tecnificación de riego entre la producción de hortalizas con la de granos, en la segunda se encuentra un menor costo. Si bien esto es importante, habría que analizar esa información a la luz de otros indicadores como rendimiento, eficiencia y productividad.

Gráfica 87. Costos promedio del sistema de riego en producción de granos y hortalizas

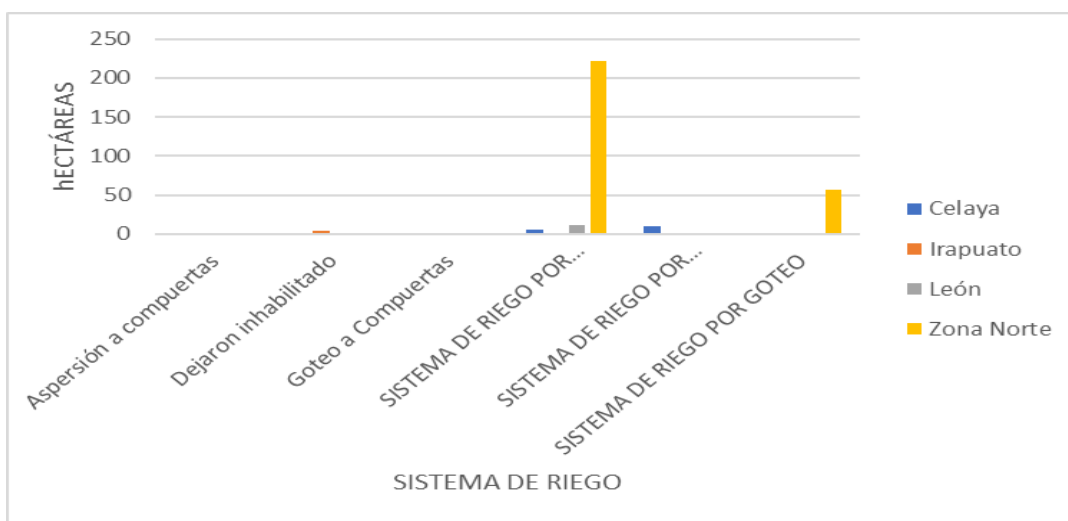


Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la DTAAA

Producción de forrajes

Dentro de este grupo, es la alfalfa el principal cultivo forrajero, en tanto que se registraron 12 de las 142 UR (8%) estudiadas. Estas UR se ubican principalmente 6 en la región norte del estado y ocupan 131 ha, y las seis UR restantes estuvieron en León, Irapuato y Celaya, una superficie de 44 ha. En el cultivo de alfalfa hay una dominancia de los sistemas de aspersion y de goteo, como se ve en la siguiente gráfica:

Gráfica 88. Superficie con sistemas de riego en alfalfa



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

Como se aprecia, el sistema de riego predominante en alfalfa es el de aspersión y, en segundo lugar, el de riego por goteo. Cabe mencionar que la opinión de los productores de alfalfa es positiva, pues declaran estar satisfechos con el sistema de goteo, por lo que ninguno ha buscado cambiarlo; en cambio, el de aspersión presenta ventajas en el costo de instalación, pero requiere de maniobras con mayor uso de mano de obra, así como la presencia de vandalismo en las partes móviles.

Análisis de resultados de los propietarios de sistemas de riego

El factor humano

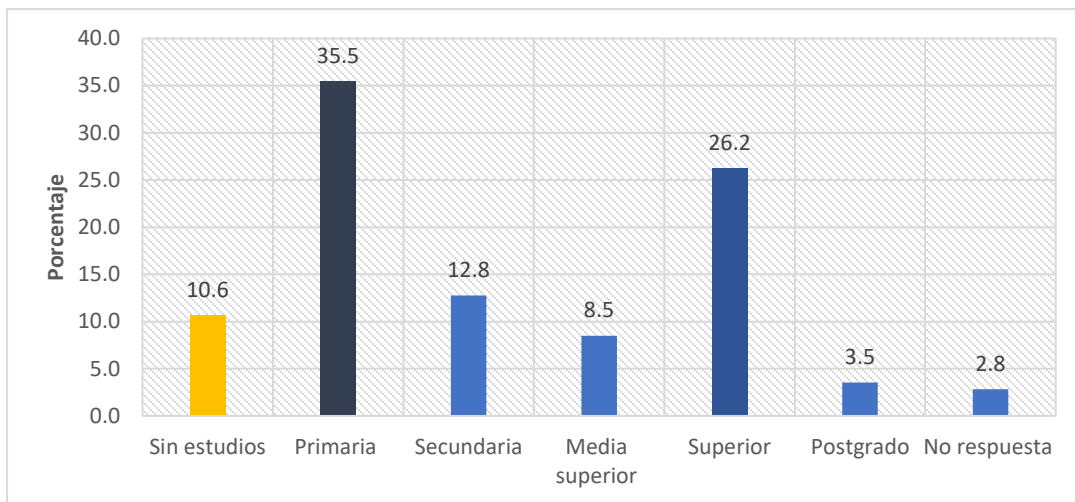
Aquí se aborda la influencia del factor humano en los resultados de los sistemas de riego. Esto es clave, pues determina la operación y el incremento —o no— en la productividad del agua. Los sistemas tecnificados ofrecen una alternativa atractiva para incrementar la eficiencia, eficacia y productividad del agua, pero quien opera el sistema define el alcance de esta alternativa.

Los sistemas tecnificados requieren de un proceso de capacitación sobre la operación de los mismos, pero también influyen la actitud personal sobre el cuidado y uso eficiente del agua. Para definir las causas que influyen en el éxito de la operación de los sistemas tecnificados se realizaron varias preguntas en la entrevista de campo, y a continuación se presentan los resultados:

Edad y escolaridad

El promedio de edad de los propietarios de riego es de 60.4 años y las personas que no cuentan estudios tienen un promedio de edad de 72 años y las personas que tienen postgrado promedian 54 años; de tal suerte que a mayor preparación menor promedio de edad. En general, el 35.5% de los propietarios tiene grado máximo de primaria, 12.8% secundaria, 8.5% media superior, 26.2% grado superior, 3.5% postgrado, y 10.6% no tiene estudios. En otras palabras, el 54.3% de los productores no rebasa la secundaria, tal como se muestra a continuación.

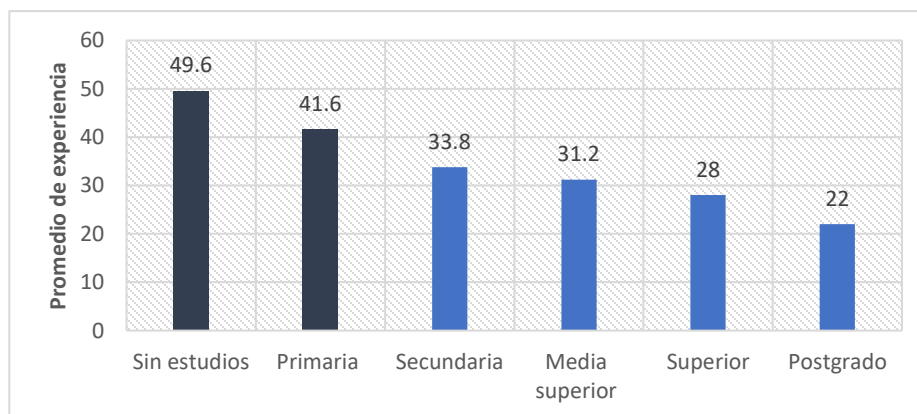
Gráfica 89. Grado de escolaridad de los propietarios de riego



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

Otro de los hallazgos de este análisis es que hay una relación inversa entre el grado de escolaridad promedio y en años de experiencia en agricultura (Gráfica 91).

Gráfica 90. Promedio de experiencia en agricultura según grado de escolaridad del productor

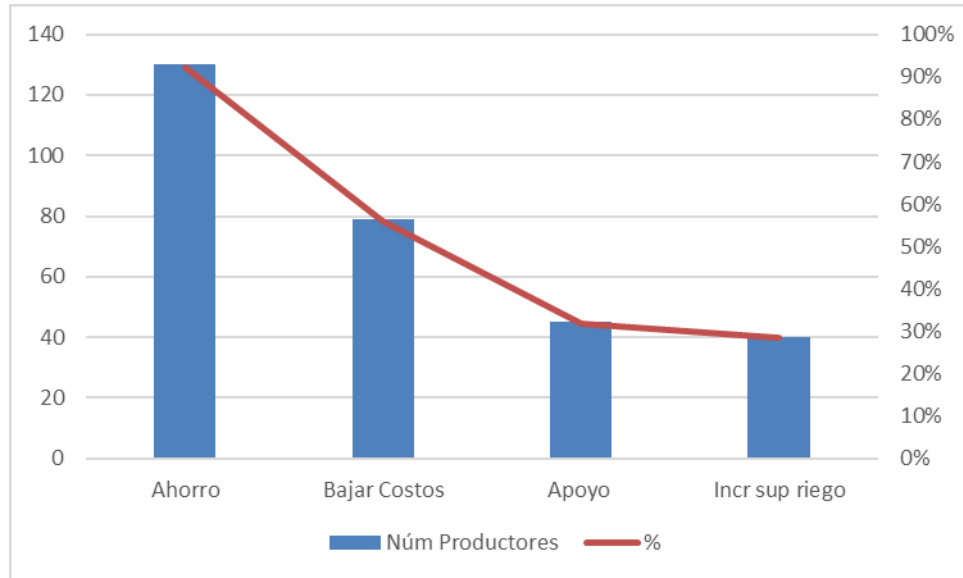


Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

Factores para tecnificar el riego

Con base en las entrevistas realizadas con los productores, se detectó que el 92% de las opiniones sobre los motivos de tecnificar el riego, fue como objetivo principal ahorrar agua. Derivado de lo anterior, el 56% de las opiniones fue reducir costos de producción, el 32% aprovechar el apoyo o subsidio a la tecnificación de riego, y el 28% incrementar la superficie de riego (Gráfica 92).

Gráfica 91. Motivos para invertir en tecnificación del riego

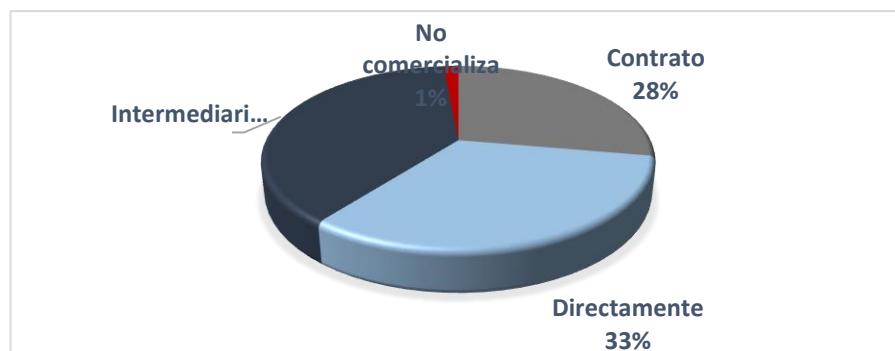


Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

Comercialización (2019)

Un 38% de los propietarios del sistema de riego comercializó a través de intermediarios, un 33% lo hizo directamente, el 28% por contrato y el 1% no comercializa (Gráfica 93).

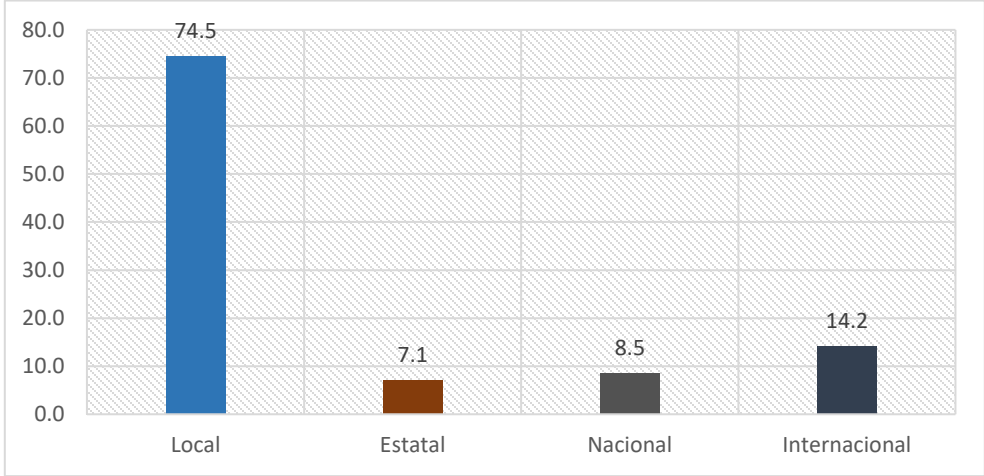
Gráfica 92. Mecanismos de comercialización del Productor



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

En cuanto al destino de la producción, la principal ruta reportada es el mercado local, y el 75% de los propietarios así lo externaron. Se destaca que un 14% del destino de la producción es el mercado internacional, estando entre estos cultivos: brócoli, pepino, fresa, apio y lechuga.

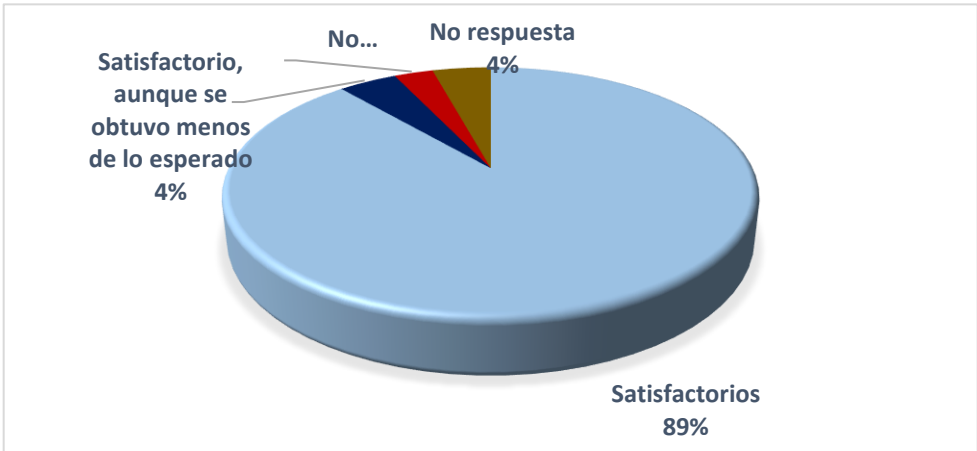
Gráfica 93. Mercado destino de la producción



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

Al indagar sobre los resultados actuales del PTR, el 89% de los entrevistados manifestó que éstos son satisfactorios. Si a este porcentaje se suma el 4% que expresó como respuesta “satisfactorio, aunque se obtuvo menos de lo esperado”, se puede afirmar que para el 93% de los productores el PTR los benefició, y se puede concluir que el Programa Mi Riego Productivo genera una alta satisfacción entre los beneficiarios. Sólo el 3% manifestó que los resultados no son satisfactorios, principalmente por insuficiencia presupuestal y falta de interés de los participantes.

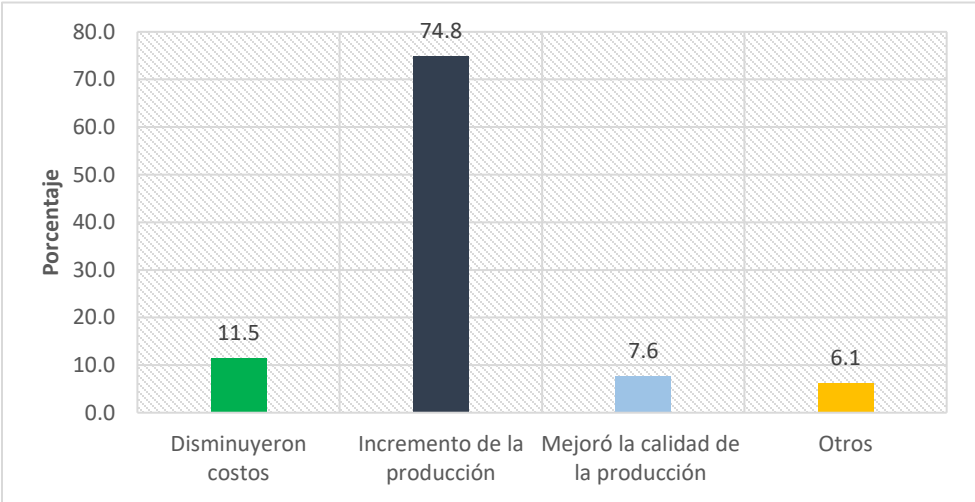
Gráfica 94. Percepción sobre los resultados actuales del proyecto



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

Los propietarios que manifestaron tener resultados satisfactorios en el proyecto de riego tecnificado, señalaron que su principal logro fue el incremento de la producción (75%), así como la disminución de costos (12%) y la mejora de la calidad de la producción (8%), como se muestra en la gráfica siguiente:

Gráfica 95. Principal logro obtenido por el proyecto de riego

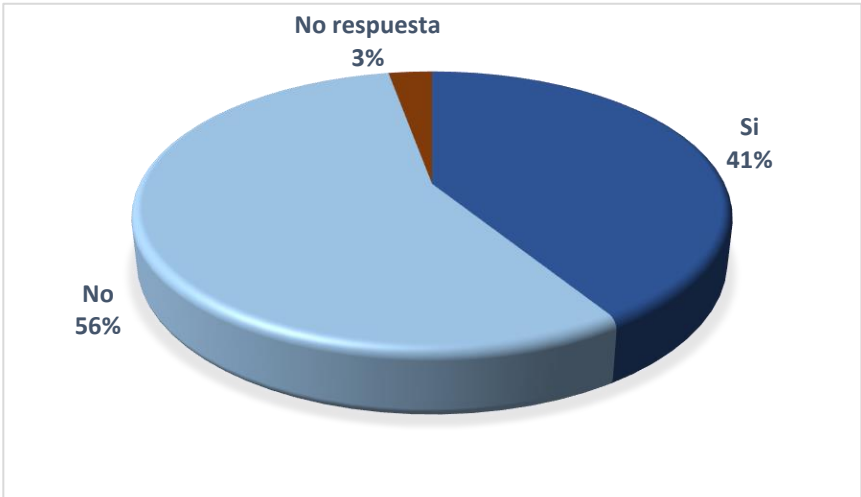


Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

Gestión del proyecto

El 41% de los propietarios gestionó el apoyo directamente, pero la mayoría (56%) lo gestionó a través de empresas (Gráfica 96).

Gráfica 96. Gestión del proyecto directamente por el propietario

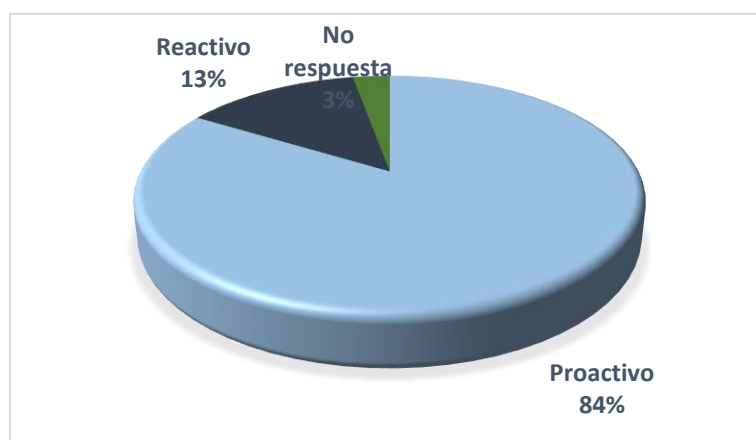


Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

Actitud ante el cambio

Con las entrevistas realizadas, a juicio del evaluador y basado en las actividades realizadas en su proceso de producción, y estado de orden y limpieza en la UR, se generó una clasificación del tipo de productor: “Proactivo”, aquel que se anticipa a los problemas, y “Reactivo”, el que necesita una crisis para cambiar. De acuerdo a esto, el 84% de los productores se clasificó como Proactivo; aspecto positivo para los objetivos del programa.

Gráfica 97. Actitud del propietario



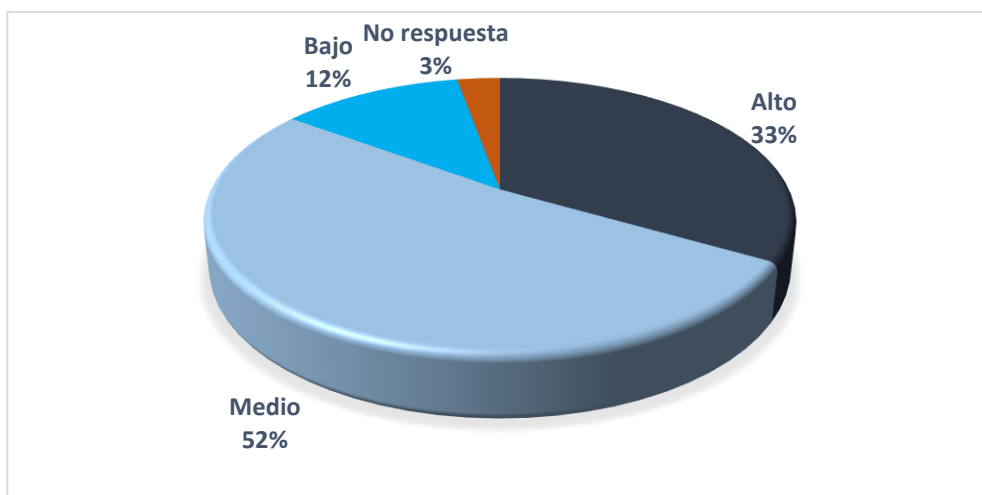
Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

Nivel de organización

En lo que respecta al nivel de organización de los propietarios, se clasificaron en tres niveles de organización. El nivel BAJO, corresponde a una empresa Familiar, donde el Padre es el jefe y cuenta con apoyo al proceso productivo. El nivel MEDIO corresponde a empresas en transición, se encuentra cierta división del trabajo y el nivel ALTO que corresponde a Empresas formales con división del trabajo y la comercialización sobresale por su importancia.

El nivel Bajo presenta el 12% de las UR, el nivel medio se encuentra el 52%, y el nivel Alto con un 33%, como se ilustra a continuación.

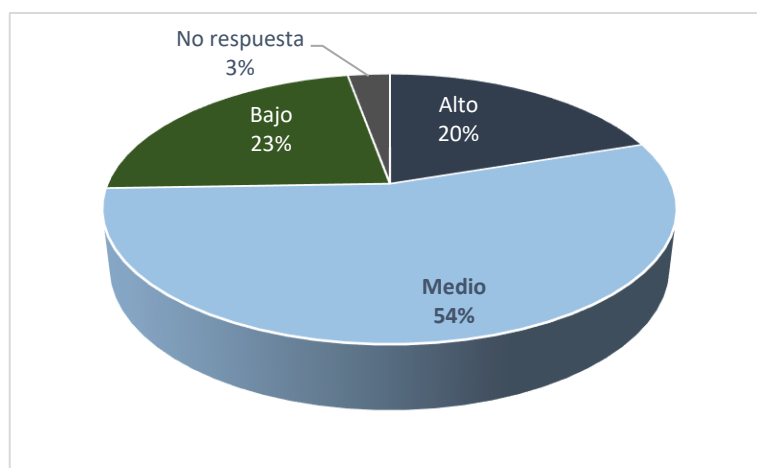
Gráfica 98. Nivel de organización de los propietarios



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

Según las observaciones del entrevistador en el trabajo de campo, y basados en el nivel de capitalización de la empresa, se clasificaron en: Nivel bajo el 23%, el 54% de los propietarios tienen un nivel económico medio, un 20% alto. (Gráfica 99).

Gráfica 99. Nivel económico de los productores



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

Rentabilidad de los proyectos apoyados

En este apartado se hace un análisis de rentabilidad de los proyectos de riego apoyados, con el fin de valorar el peso relativo que tienen las inversiones de los sistemas de riego en los costos de producción y en los ingresos.

Dentro de la muestra de unidades de producción seleccionadas, el 51% fueron productores de maíz-grano, 11% alfalfa, 6% brócoli, 5% espárrago, 4% fresa, 4% frijol, 4% lechuga, 3% pepino, 2% sorgo, 2% tomate verde y 1% (un registro en la muestra) en 13 cultivos (apio, arándano, calabaza, camote, cebolla, chile, cilantro, jícama, limón, pimiento, trigo, zanahoria, maíz elotero).

A cada una de las personas entrevistadas —que contaban con niveles de información muy diversos sobre las unidades de producción— se les preguntó sobre sus costos directos de producción. Esto, considerando desde la preparación de sus terrenos hasta la cosecha (con algunas excepciones para los cultivos perenes de alfalfa, espárragos y limón que tienen inversiones iniciales para el establecimiento del cultivo y gastos de mantenimiento). Además, se cuestionó sobre la producción obtenida, los ingresos alcanzados y los mercados (local, nacional, internacional) en los que su producción fue vendida.

Con base en la información recabada, se calcularon —para los cultivos más importantes— los costos de producción por superficie, el rendimiento, el costo de producción por tonelada, y la utilidad o pérdida, tanto por volumen como por superficie (Cuadro 32). Para el caso del espárrago, que se trata de un cultivo perene, se tomó en cuenta el monto del establecimiento del cultivo, un plazo de dos años para el inicio de la producción y un periodo de cuatro años de producción. Para la alfalfa, también un cultivo perene, se consideró un periodo de producción de cuatro años, en donde los primeros siete meses son de establecimiento del cultivo.

En cuanto al precio de venta por tonelada, se tomó como referencia el precio en el medio rural reportado por el SIAP en 2019, ya que no fue posible tomar los precios de venta durante el trabajo de campo. Esto debido a que los entrevistados no contaban con la información completa y, además, la mayoría de los entrevistados (74.5%) dijeron que su producción se vendió en el mercado local. En este contexto, se considera que el precio en el medio rural reportado por el SIAP es adecuado para efectos del análisis de rentabilidad.

En el cuadro siguiente se puede observar que la rentabilidad de los cultivos de granos (frijol, trigo y sorgo) es mucho más baja — en comparación a brócoli y espárrago, que pueden alcanzar utilidades brutas por arriba de los setenta mil pesos, y le sigue la lechuga con la mitad de sus utilidades. Por su parte, alfalfa y maíz grano tienen una rentabilidad un poco más baja, alrededor de los veinte mil pesos.

Cuadro 32. Análisis de rentabilidad para cultivos seleccionados

Núm.	Cultivo	Costos de producción por hectárea (\$/ha)	Rendimiento (ton/ha)	Precio Medio Rural (\$/ton)	Ingresos por hectárea (\$/ha)	Utilidad/Pérdida por hectárea (\$/ha)
1	Brócoli	34,219	17.0	6,216	105,680	71,461
2	Lechuga	39,896	22.0	3,455	76,010	36,114
3	Espárrago	57,664	4.7	37,000	172,667	115,003
4	Alfalfa achicalada	20,385	18.8	2,250	42,188	21,803
5	Maíz grano	30,193	13.7	3,656	49,946	19,753
6	Frijol	19,839	2.0	12,063	24,125	4,287
7	Trigo	32,150	8.0	4,278	34,222	2,072
8	Sorgo	32,844	10.0	3,469	34,694	1,850

Fuente: elaboración propia con datos de campo y gabinete, 2021.

La producción obtenida para los cultivos seleccionados fue: 19,702 ton de alfalfa verde en 262 ha, lo que genera un promedio de 75.2 ton/ha, por debajo de las 84 ton/ha reportadas por el SIAP para alfalfa verde con riego (2019). Para el caso del brócoli, se registraron 4,250 ton en 250 ha; promedio de 17 ton/ha, cifra igual a lo informado por el SIAP. En lechuga, se reportaron 4,752 ton en 216 ha, así que el rendimiento fue de 22 ton/ha; es decir, 4 toneladas por debajo de lo reportado por el SIAP. Para el caso del maíz, se reportó una producción de 16,810 ton con una superficie de 1,227 ha, así que el rendimiento promedio equivale a 13.7 ton/ha, ubicándose esta cifra 4.7 ton adicionales a lo reportado por el SIAP (Cuadro 33).

Cuadro 33.- Producción y rendimientos de cultivos seleccionados

Cultivo	Producción obtenida en ton/año-ciclo	Superficie sembrada (ha)	Rendimiento (ton/ha)	Rendimiento reportado por SIAP (cultivos con riego en Guanajuato 2019)
Alfalfa verde	19,702	262	75.2	84
Brócoli	4,250	250	17	17
Frijol	160	80	2	2
Lechuga	4,752	216	22	26
Maíz	16,810	1,227	13.7	9
Sorgo	480	48	10	7
Trigo	24	3	8	7

Fuente: elaboración propia con datos de investigación de campo, 2021.

Ingresos

En cuanto a los ingresos de los cultivos para los granos (anuales), hortalizas (por ciclo) y perenes (por corte) de la muestra, se encuentra en primer lugar el maíz con 61mdp; después el brócoli, con 26.4 mdp; luego lechuga con 16.4 mdp; y 11 mdp para la alfalfa verde. Sin embargo, el precio de medio rural es el doble para las hortalizas en comparación con los granos básicos. Con este contexto, parecería “lógico” cambiar de cultivo, pero cambiar de los productores de granos a los cultivos de hortalizas se percibe complejo dado que, además de los cambios productivos que requieren de amplios programas de capacitación y asistencia técnica, se necesita un trabajo más fino para el aspecto comercial.

Cuadro 34.- Valor de la producción para cultivos seleccionados de la muestra

Cultivo	Valor de la producción por hectárea (\$/ha)	Número de hectáreas	Valor de la producción (millones de pesos)
Alfalfa achicalada	42,188	262	11.1
Brócoli	105,680	250	26.4

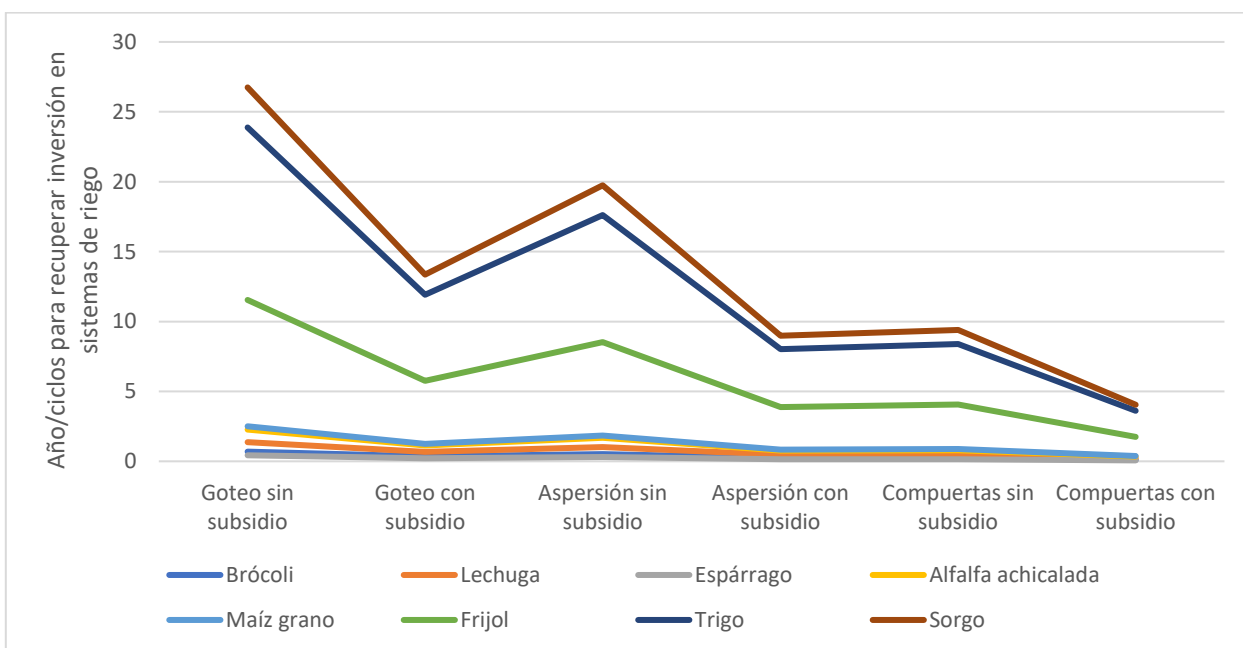
Frijol	24,125	80	1.9
Lechuga	76,010	216	16.4
Maíz	49,946	1,227	61.3
Sorgo	34,694	48	1.7
Trigo	34,122	3	0.1

Fuente: elaboración propia con datos de investigación de campo, 2021.

Por otra parte, con base en las utilidades estimadas para los cultivos seleccionados, se calcularon los años, para la producción de granos y forrajes, ciclos, para las hortalizas y perenes, que tomaría la recuperación de las inversiones de los sistemas de riego. Se consideraron dos escenarios: con y sin subsidio.

Como se puede observar en la siguiente gráfica, la inversión tiene un peso relativo alto en las utilidades de frijol, trigo y sorgo. En cambio, para el resto de cultivos la proporción de las inversiones con respecto a los ingresos generados es mucho más manejable.

Gráfica 100.- Tiempo de recuperación (año/ciclo) de las inversiones por sistemas de riego



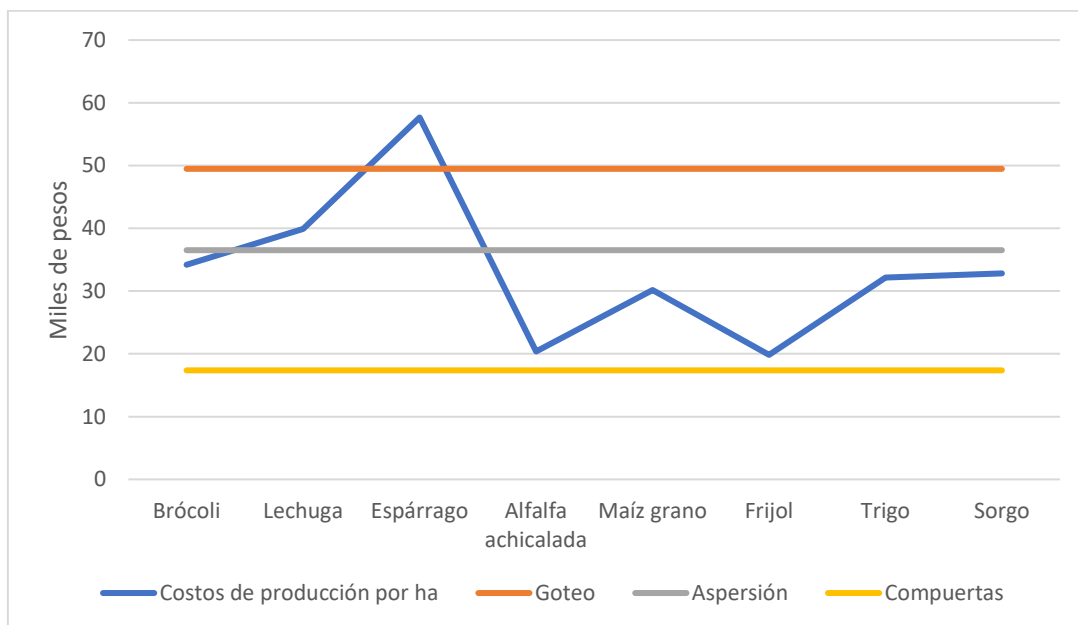
Fuente: elaboración propia con datos de investigación de campo, 2021.

Costos de producción de los cultivos.

De acuerdo con la investigación de campo, el costo promedio de instalación de un sistema de riego por goteo por hectárea fue de \$49,479, riego de Aspersión fue de \$36,514 de aspersión y Riego por compuertas de \$17,369. Cuando se realiza la comparación con los costos de producción para los ocho principales cultivos, es de notar que esos costos son sensiblemente menores que el costo del riego por goteo; el costo del sistema de riego por goteo es 64% más alto que el costo de producción por hectárea para el maíz, 54% más alto que el trigo, 50% más alto que el sorgo, 150% más alto para el frijol, 44% más alto para el brócoli, 24% más alto para la lechuga y 142% más alto para la alfalfa.

En lo que corresponde al riego por aspersión, la mayoría de los costos de producción (seis de los ocho cultivos en análisis), siguen estando por abajo de los costos promedio de instalación de ese sistema (Gráfica 102); con excepción del espárrago y la lechuga. Para el caso de riego por compuertas, los costos de producción de los ocho cultivos están por arriba de los costos de instalación de ese sistema de riego, haciendo más asequible esta opción a los productores sin la necesidad de recibir un subsidio.

Gráfica 101. Costos de producción por cultivo y costos de instalación de sistemas de riego

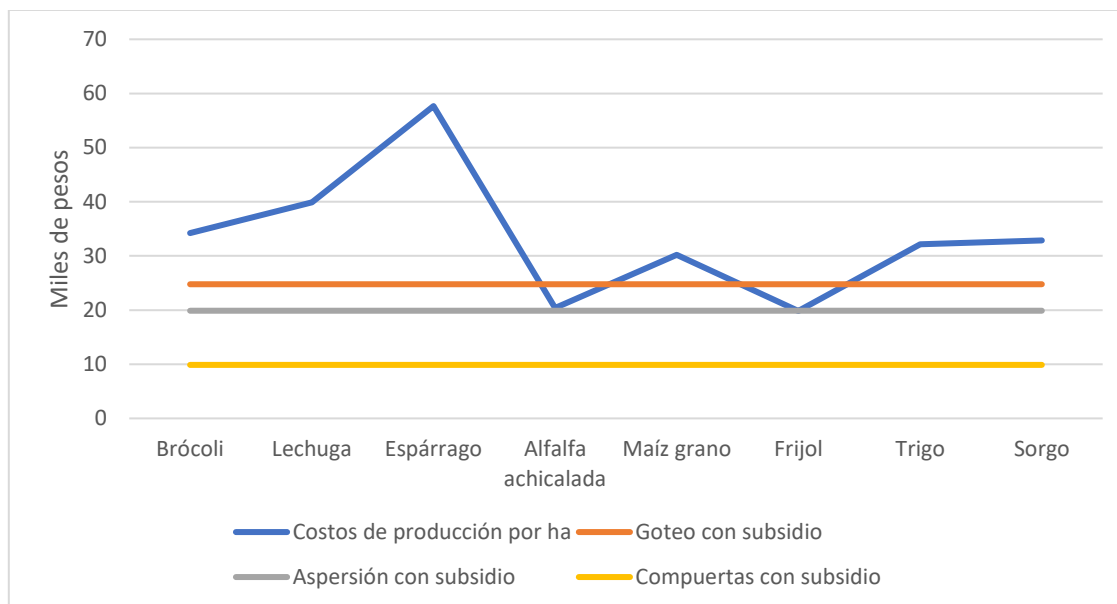


Fuente: elaboración propia con información de campo, 2021.

Cuando se aplica el subsidio promedio del Programa mi Riego productivo de 2019 al costo de los sistemas de riego (\$24,709 para riego por goteo, \$16,632 para riego por aspersión y \$7,489 para riego por compuertas), en seis de los ocho cultivos del análisis (brócoli, lechuga, espárrago, maíz grano, trigo y sorgo) tienen costos de producción superiores a los costos promedio de los sistemas de riego (salvo

la alfalfa y el frijol), haciendo más asequible su adquisición por parte de los productores, como se ve en la gráfica siguiente.

Gráfica 102.- Costos de producción y costos promedio de sistemas de riego (con subsidio)



Fuente: elaboración propia con información de campo, 2021.

Tasa Interna de Retorno de las inversiones realizadas

Para obtener la Tasa Interna de Retorno (TIR)¹⁰ se consideraron: la inversión promedio de los distintos sistemas de riego —con y sin subsidio—, los aumentos de rendimiento declarados por los beneficiarios para dos cultivos (maíz: de 8.9 a 13.7 ton/ha; alfalfa verde: de 52 a 73.2 ton/ha)¹¹, manteniendo los costos de producción para esa superficie. Con ello se pudo obtener un costo de producción inferior por tonelada producida, aumentando las utilidades por unidad de superficie (Cuadro 35).

Cuadro 35-. Beneficios económicos por la instalación de sistemas de riego en maíz y alfalfa

Cultivos	Costos de producción	Rendimiento	Costos por tonelada	Precio*	Utilidades brutas
----------	----------------------	-------------	---------------------	---------	-------------------

¹⁰ Es la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto es igual a cero, para un proyecto de inversión dado.

¹¹ Para el análisis económico, sólo se consideraron los aumentos en productividad debido a que los propietarios manifestaron que el principal logro del sistema de riego fue el incremento de la producción (75%), seguido de la disminución de costos (12%) y la mejora de la calidad de la producción (8%).

		Sin RT	Con RT	Sin RT	Con RT		Sin RT	Con RT	Beneficio del RT (\$/ha)
Alfalfa verde	\$20,385	52	75.2	\$ 392	\$271	\$686	\$294	\$415	\$9,075
Maíz grano	\$30,193	8.9	13.7	\$3,392	\$2,203	\$3,656	\$264	\$1,452	\$16,275

RT – Riego Tecnificado

*Precios medio rural reportados por el SIAP en 2019

Fuente: Elaboración propia con datos de investigación de campo, 2021.

El siguiente cuadro muestra la TIR calculada por sistema de riego, considerando una hectárea, y bajo el supuesto de que la elevación de los rendimientos reportados sea igual para los tres sistemas en los cultivos de alfalfa verde y maíz grano, como fueron reportados por los entrevistados. Se consideró un periodo de 10 años para el cálculo. Se aprecia cómo los proyectos son razonablemente rentables si se alcanzan las metas de elevación de la productividad, y el peso que tienen los subsidios en la viabilidad económica de los proyectos de tecnificación de riego, que ayuda a que la recuperación de la inversión sea más rápida.

Cuadro 36.- Tasa Interna de Retorno por sistema de riego (con y sin subsidio)

Cultivo	Goteo		Aspersión		Compuertas	
	Sin subsidio	Con subsidio	Sin subsidio	Con subsidio	Sin subsidio	Con subsidio
Alfalfa verde	13%	35%	21%	44%	51%	92%
Maíz	31%	65%	43%	82%	99%	174%

Fuente: elaboración propia con datos de investigación de campo, 2021.

Valor Actual Neto de las inversiones realizadas

Se calculó el Valor Actual Neto¹² (VAN) de las inversiones realizadas en una hectárea para los cultivos de alfalfa y maíz en un periodo de 10 años, y tomando una tasa real de descuento del 10%¹³. Con estos parámetros, los resultados fueron positivos: desde \$6,283 para alfalfa verde, usando riego con goteo sin subsidio; hasta los \$90,000 para maíz, usando un sistema de riego de compuertas y aplicando el subsidio. Nuevamente, estos datos, como en la TIR, exponen la importancia de alcanzar el incremento en productividad en los cultivos con la instalación del sistema de riego. Por su parte, la aplicación de los subsidios permite disminuir la inversión inicial y tener un margen de maniobra para los productores en caso de que no se alcancen los rendimientos esperados.

Cuadro 37.- Valor Actual Neto de las inversiones por sistema de riego en alfalfa y maíz (con y sin subsidio)

Cultivo	Goteo		Aspersión		Compuertas	
	Sin subsidio	Con subsidio	Sin subsidio	Con subsidio	Sin subsidio	Con subsidio
Alfalfa verde	\$6,283	\$30,992	\$19,248	\$35,880	\$38,393	\$45,882
Maíz	\$50,524	\$75,233	\$63,489	\$80,121	\$82,634	\$90,123

Fuente: elaboración propia con datos de investigación de campo, 2021.

Relación beneficio/costo

En cuanto a la relación beneficio costo del análisis del incremento en productividad para la alfalfa y el maíz utilizando los sistemas de riego, estos muestran una relación positiva, que va de 1.04 al 1.46 (véase siguiente cuadro)

Cuadro 38.- Beneficio/costo de las inversiones por sistema de riego en alfalfa y maíz (con y sin subsidio)

Cultivo	Goteo	Aspersión	Compuertas
---------	-------	-----------	------------

¹² El VAN de un proyecto es el valor presente/actual de flujos de efectivo netos (ingresos-egresos) de un proyecto. Cuando el VAN es positivo en un proyecto significa que permite recuperar la inversión, cubrir los costos y obtener beneficios.

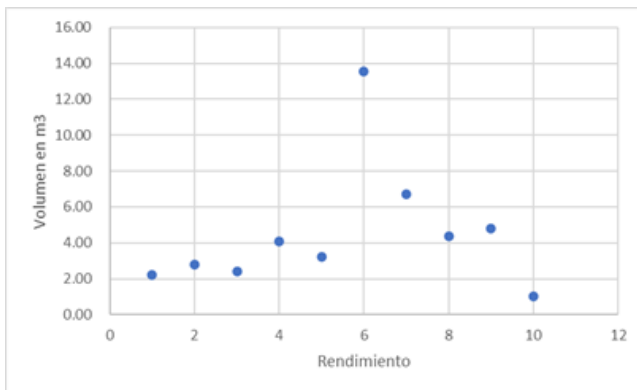
¹³ La Tasa real de descuento es el coste del capital que se aplica para determinar el valor presente de un pago futuro.

	Sin subsidio	Con subsidio	Sin subsidio	Con subsidio	Sin subsidio	Con subsidio
Alfalfa verde	1.04	1.21	1.12	1.25	1.27	1.34
Maíz	1.21	1.36	1.29	1.39	1.41	1.46

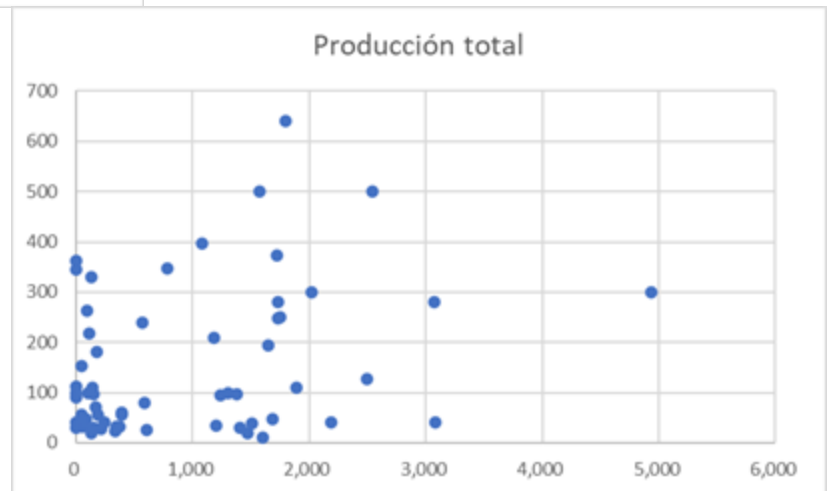
Productividad Marginal del Agua

La productividad es la relación entre insumo y producto. En este caso, el término productividad del agua es usado exclusivamente para denotar la cantidad consumida con base en la determinación del uso consuntivo y el rendimiento del cultivo. Con el fin de obtener resultados de la evaluación, se determinó la productividad del agua en los cultivos maíz y alfalfa, como cultivos dominantes estudiados. De ello se derivaron las siguientes gráficas:

Gráfica 104. Productividad en maíz



Gráfica 103. Productividad en alfalfa



Como se aprecia en las gráficas anteriores, la dispersión de los puntos es muy grande y no fue posible determinar el agua marginal. Se recomienda llevar a cabo ensayos con mayor rigor científico para poder calcular el indicador con mayor precisión.

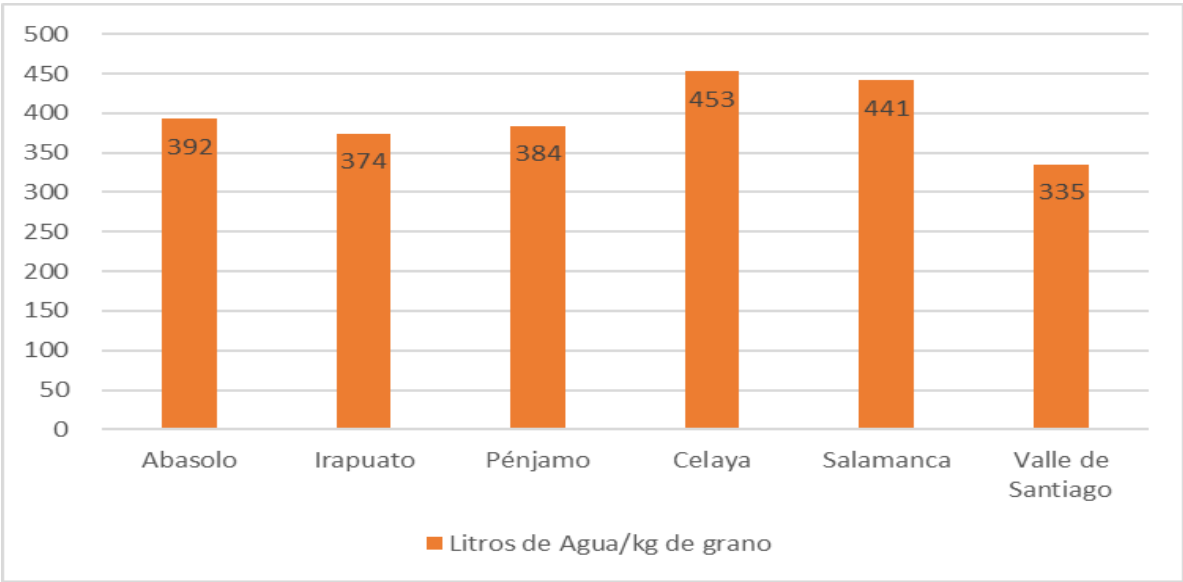
Agua Virtual en diferentes cultivos

El concepto de “agua virtual” constituye una herramienta útil para entender uno de los aspectos más representativos de las sinergias entre la producción y la naturaleza: la relación entre la producción de alimentos y la utilización de agua en la agricultura. El término ha sido introducido por Allan (1997, 1999) y se refiere a la cantidad de agua utilizada para producir un determinado producto o servicio. El adjetivo "virtual" se refiere al hecho de que sólo parte del agua usada para producir el producto se contiene en el mismo, y muchas veces esta parte puede ser insignificante respecto al contenido de agua virtual. Este concepto se analizó en maíz, alfalfa y brócoli.

Maíz

El cultivo de maíz, con un rendimiento de 14 ton/ha en seis municipios de Guanajuato, está demandando un promedio de 393 litros de agua para producir un kilogramo de grano. La cifra es elevada y es importante considerar este factor para incorporarlo en la viabilidad de apoyarlo con riego tecnificado con aguas subterráneas.

Gráfica 105. Demanda de agua por volumen de maíz grano (l/kg)

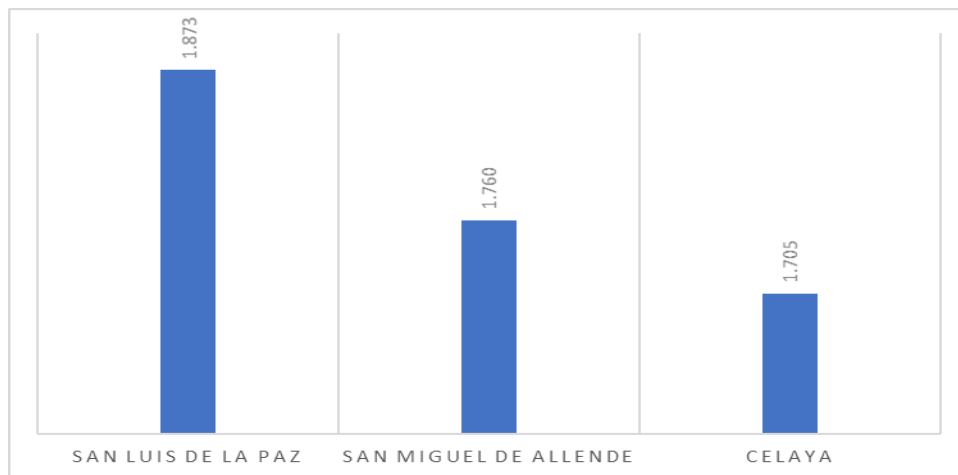


Fuente: Elaboración propia con Investigación de campo.

Alfalfa

El cultivo de alfalfa, con un rendimiento de 23 ton/ha de alfalfa achicalada, en tres municipios de Guanajuato, está demandando un promedio de 1.779 m³ de agua para producir un kilogramo de alfalfa achicalada. La cifra también es alta, así que es importante considerarlo para analizar la viabilidad de apoyarlo con riego tecnificado.

Gráfica 106. Agua virtual de alfalfa en tres municipios

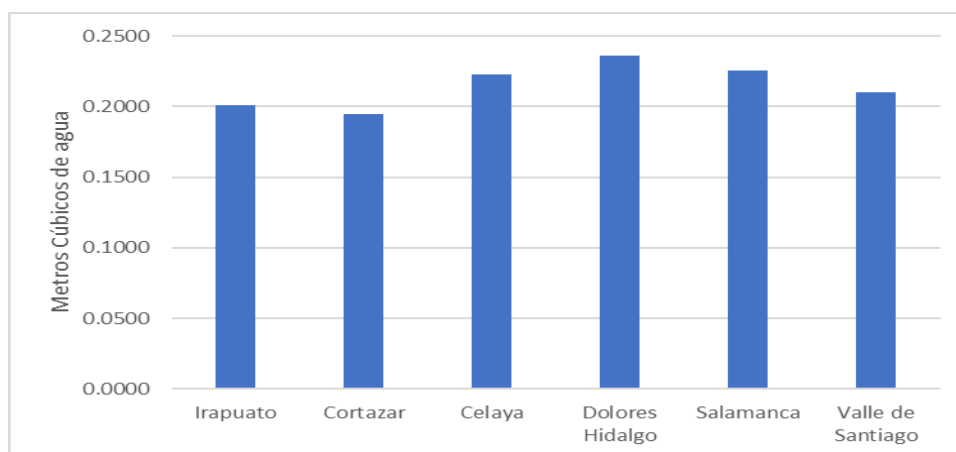


Fuente: Elaboración propia con Investigación de campo

Brócoli

El cultivo de brócoli, con un rendimiento de 25 ton/ha en seis municipios de Guanajuato, está demandando un promedio de 0.2149 m³ de agua para producir un kilogramo. La demanda es baja comparando con alfalfa, pero hay que considerar que es de un ciclo de cuatro meses, y bajo el supuesto de tres ciclos al año, la demanda total de agua en promedio es de 0.645, cifra muy conservadora y atractiva como una actividad viable y sustentable.

Gráfica 107. Agua virtual de brócoli de seis municipios



Fuente: Elaboración propia con Investigación de gabinete y de campo.

Lo innovador de la idea de agua virtual consiste en su vinculación conceptual entre la producción agrícola, el comercio de alimentos y el consumo de agua. En el caso de Guanajuato, el concepto es aplicable, ya que se encuentran algunos cultivos de alta demanda de agua subterránea de riego en zonas con gran extracción de agua; situación que está incrementando el déficit existente.

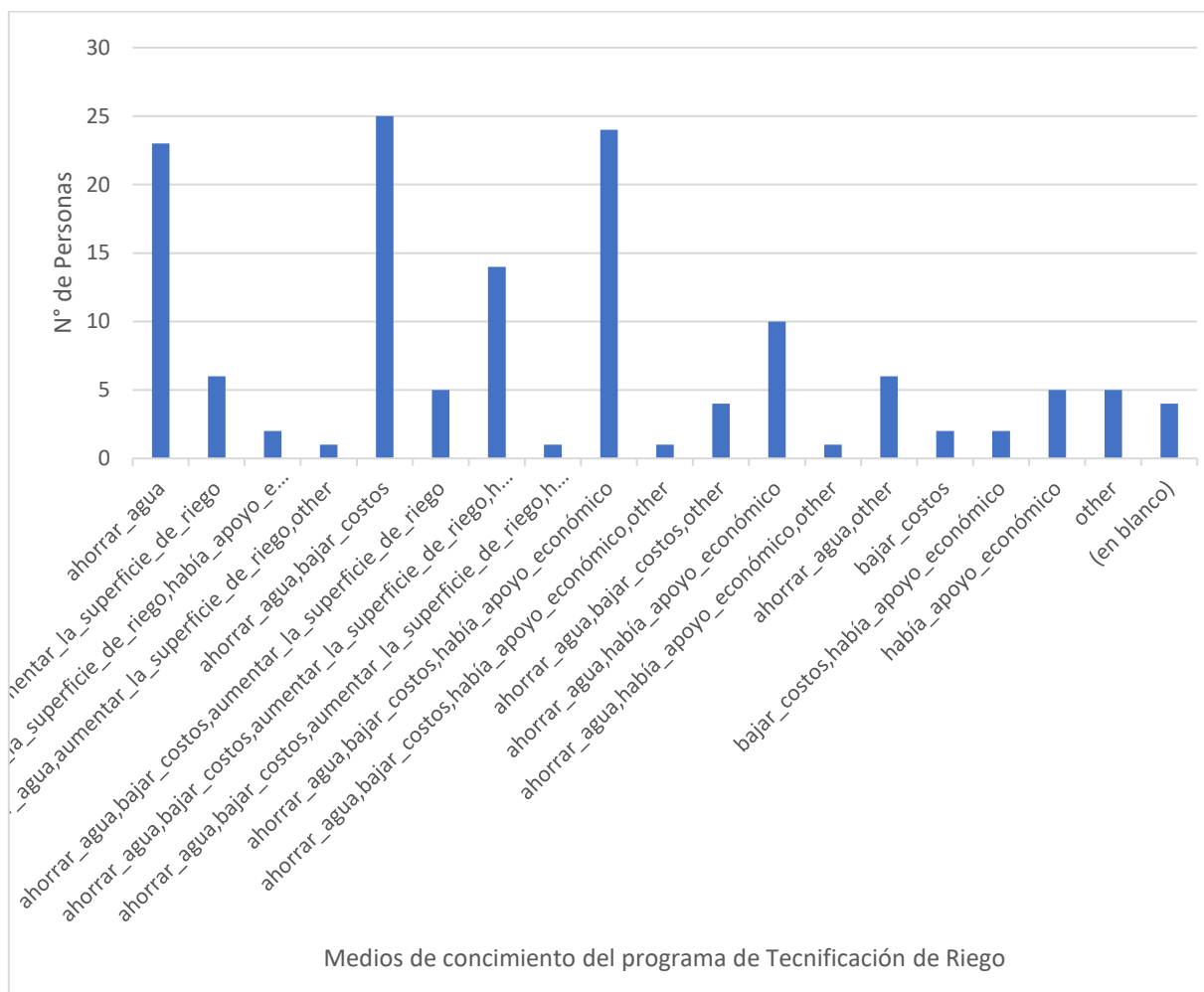
Grado de concientización sobre el uso del agua

Se puede entender que la concientización puede tener una connotación en cuanto sentido del deber, como una reflexión sobre la conducta y sobre los propios actos. De allí que también tenga un carácter ético, pues permite distinguir al individuo entre aquello que está bien y lo que está mal, de modo que a la hora de obrar pueda conducirse de acuerdo a sus valores morales.

Con base en lo anterior, el tema de la presente evaluación es de carácter técnico y no se cuenta con elementos de valores y actitudes para poder precisar el nivel de evolución de los productores. Aun así, es importante detectar que las respuestas de motivos y expectativas, de tecnificar el riego en las UR, son argumentos totalmente económicos (Gráfica 110).

Cabe aclarar que, en entrevistas con algunos productores, ellos tienen claro que los niveles de agua subterránea están descendiendo y que llegará el día que el líquido se agote. Esto lo ven como un hecho inmodificable, por lo que no está en sus manos resolver el problema.

Gráfica 108. Motivos de las acciones de tecnificación de riego



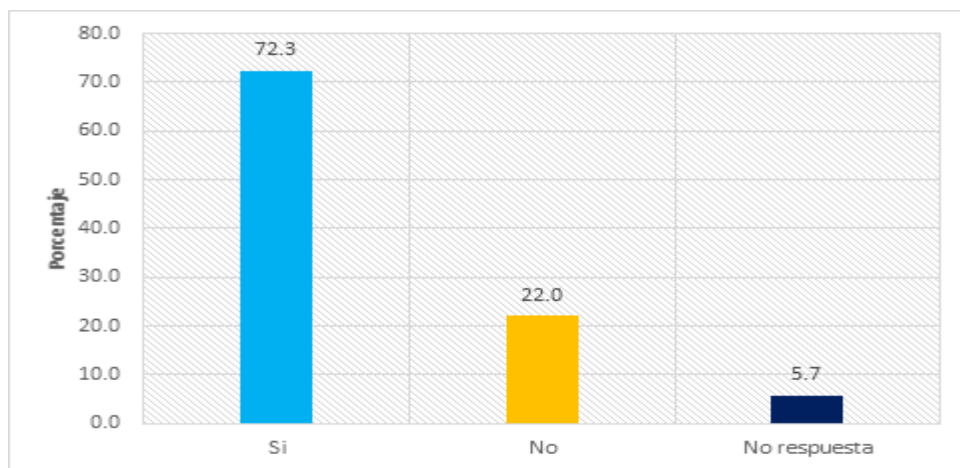
Fuente: Elaboración propia con Investigación de campo

VIII. ANALISIS COMPARATIVO

Rendimientos

El 72% de los entrevistados manifestaron que la tecnificación de riego permitió incrementar el rendimiento de sus cultivos. Este indicador refleja uno de los resultados positivos del Programa, en tanto que el incremento del rendimiento es un incentivo claro para que las unidades de riego sigan utilizando la tecnificación. El 22% de los sistemas de riego no reportó un incremento en el rendimiento, y faltaría indagar las principales causas, pero algunas podrían ser: manejo técnico deficiente, condiciones del suelo desfavorable o clima adverso para el cultivo, entre otras.

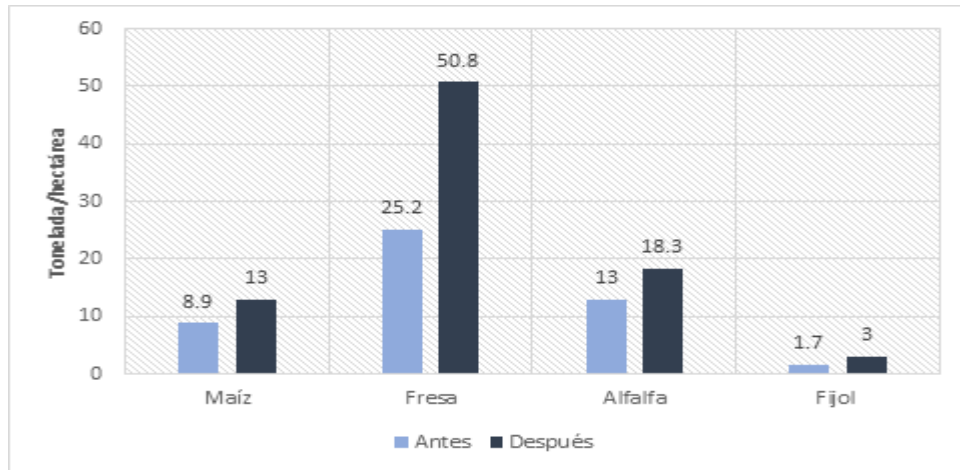
Gráfica 109. Incremento del rendimiento de cultivos con tecnificación de riego



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

De los proyectos que incrementaron su rendimiento, un hallazgo relevante es que las principales explotaciones que apoyó el programa Mi Riego Productivo, tuvieron un alto incremento en su rendimiento: el cultivo de maíz aumentó en 46% (de 9 a 13 ton/ha), la fresa 102%, la alfalfa 41% y el frijol 76% (Gráfica 117).

Gráfica 110. Rendimiento promedio de los principales cultivos (antes y después del proyecto)

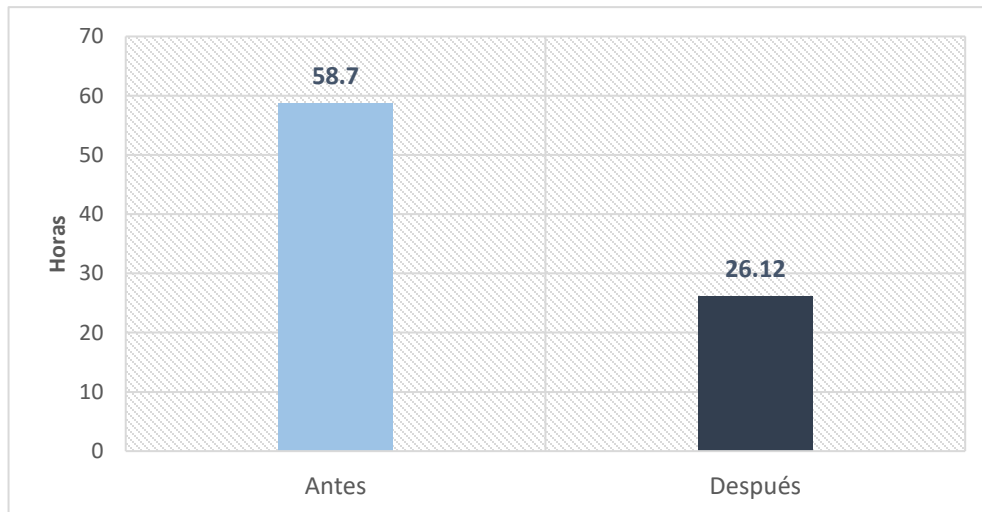


Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

Ahorro de agua

En promedio, antes de la implementación del PTR el tiempo de riego era de 58.7 horas; mientras que después de implementar el proyecto se redujo en un promedio de 26.1 h, por lo que en promedio se “ahoraron” 32.5 h, entendido como una eficiencia en el proceso de riego del 55 por ciento.

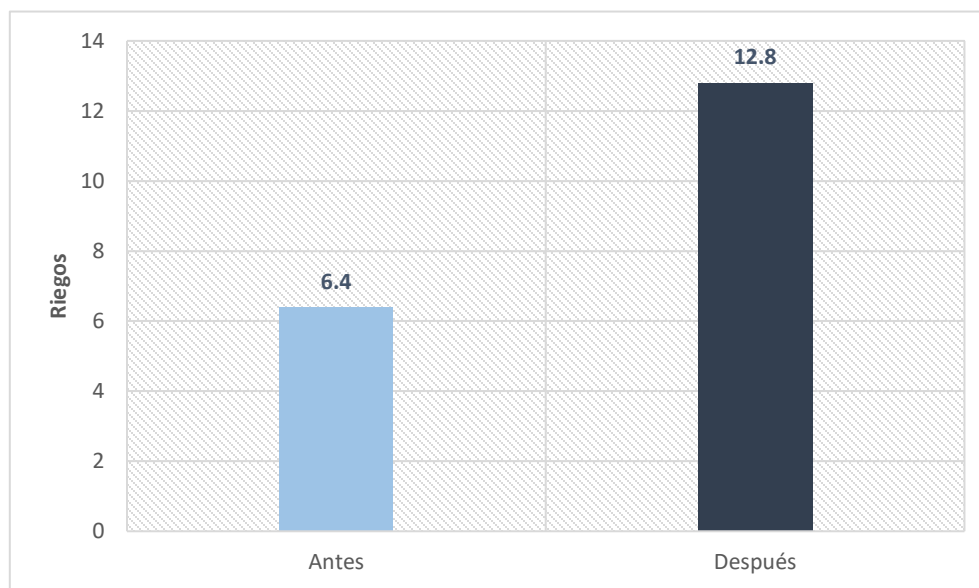
Gráfica 111. Tiempo promedio de riego (antes y después del proyecto)



Fuente: elaboración propia con datos de investigación de campo, 2021

En contraste con la disminución del tiempo de riego, la cantidad promedio de riegos aumentó más del doble después del proyecto: de 6.4 a 12.8 riegos. Este comportamiento pudiera implicar que una eficiencia en el sistema de riego no necesariamente disminuya el volumen de agua total utilizado en el ciclo del cultivo y, por lo tanto, limite la reducción de la sobreexplotación de los mantos acuíferos.

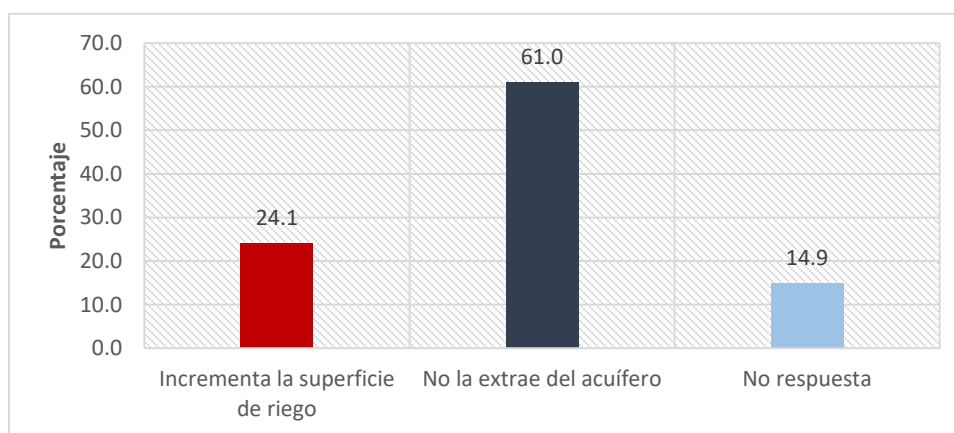
Gráfica 112. Cantidad promedio de riegos por ciclo agrícola



Fuente: elaboración propia con datos de investigación de campo, 2021

El 24% de los entrevistados señaló que el agua ahorrada por el proyecto de tecnificación de riego se destinó a incrementar la superficie de riego, lo que significa que en estos casos no se redujo el volumen de agua extraído. La extensión de tierra equivale a 14.8% del total de la superficie de las unidades de riego evaluadas.

Gráfica 113. Destino del agua ahorrada con el sistema de riego



Fuente: elaboración propia con datos de investigación de campo, 2021

Con el fin de tener datos duros, se calculó el ahorro de agua en cada uno de los sistemas de riego, comparando las eficiencias globales de los sistemas de riego por Compuertas, aspersión y goteo, comparando en su situación actual con sistemas de conducción y eficiencia globales de 40%, comparando con las eficiencias promedio de cada sistema, resultando lo siguiente:

Cuadro 39. Ahorro de agua de riego en tres sistemas de riego en la muestra representativa.

Sistema de riego	Lámina (mm)	Antes de Proyecto	Pérdida	Con Proyecto	Pérdida	Diferencia	Volumen (m ³)
Compuertas	685	10,681	467	14,885	335	132	1,316
Aspersión	1,547	713	834	1,266	281	554	5,537
Goteo	962	327	636	735	227	408	4,083

Fuente: Elaboración propia con Investigación de campo

Este balance hídrico de extracción recarga de los manos acuíferos, indica que para el 2016 existe una diferencia entre la extracción y la recarga de 921 hm³, asimismo, se observa por medio de los balances que el déficit muestra una leve tendencia a la baja en los años recientes, y este último a partir de 2005 muestra un comportamiento sostenido.

La CEA reconoce que el déficit de 921 Mm³/año es grande, pero es importante considerar que por cada hectárea que se apoye con equipo tecnificado de riego por goteo, se ahorraría 4,083 m³ de agua subterránea, y considerando que en Guanajuato existen 416,690 ha de riego con agua subterráneas y apoyando con sistemas de riego por goteo, se cubriría fácilmente el déficit, y estaría en equilibrio.

Costo del Agua

El costo de un m³ de agua subterránea, se dividió en los conceptos de Costos Indirectos por la amortización de la perforación y equipamiento y el consto directo por la Energía Eléctrica. Se estableció el caso hipotético de un pozo de 6" y un gasto de 30 lps, se perforaría a 200 m y se establecería una cámara de bombeo de 50 m. Se pagarían por derechos de extracción a CONAGUA por 6,000 m³ de agua al año.

Cuadro 40.- Calculo de costos de la perforación de un pozo profundo

Concepto	Monto Total	Vida Útil	Amortización o depreciación
Perforación y Ademe	800,000	10	80,000
Flecha	594,000	10	53,460
Bomba y Motor	1,200,000	10	108,000
Electrificación	300,000	5	54,000
Pago Concesión	4,000,008	20	200,000
TOTAL	6,894,008		495,460
Costo anual	495,460	\$	
Bombeo	278	días	
Volumen	200,000	m ³	

El cálculo de costo por m³ por concepto del pozo profundo y equipamiento más derechos a Conagua es de \$2.48 por m³ extraído y el costo de energía eléctrica es de \$0.50 por m³ dando un:

Costo de \$2.98 / m³ de agua para riego.

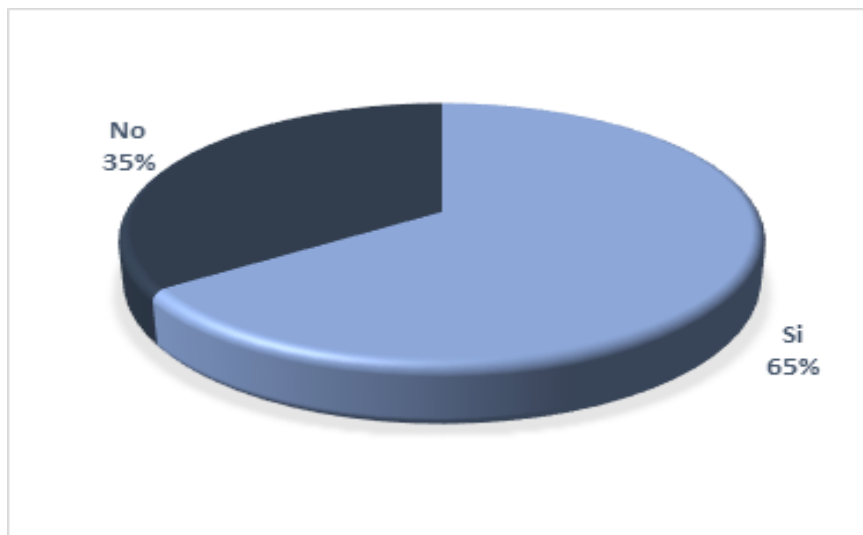
Ahorro de energía eléctrica

Una de las preocupaciones del productor es reducir los costos de producción, y entre estos, la energía eléctrica es una variable importante a considerar. De acuerdo con el reporte de la Dirección de Tecnificación de Riego, el consumo de la energía es el siguiente:

Cuadro 41. Consumo de energía en la producción con sistema de riego

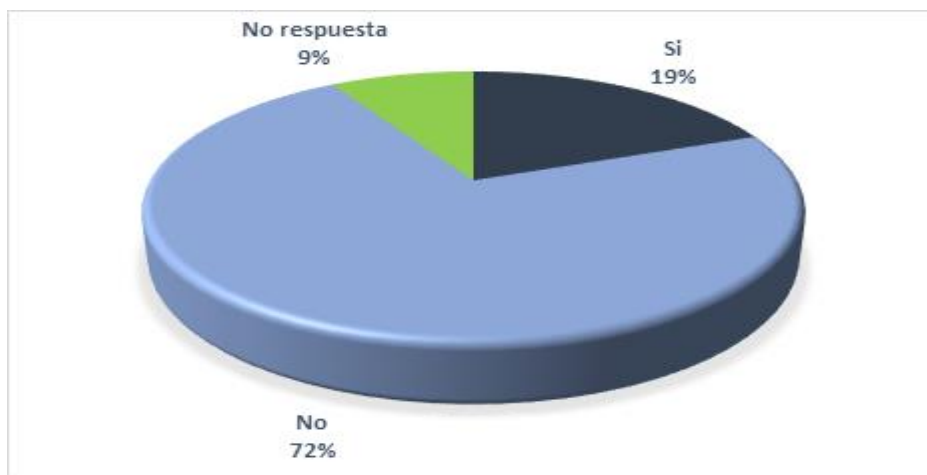
Antes Proyecto				
Concepto	Maíz	Alfalfa	Brócoli	
Energía consumida por hectárea Final (kwh/ciclo/ha)	5,214.01	3,051.00	5,058.43	
Costo de la energía consumida por hectárea Final (\$/ha)	\$2,693.85	\$1,576.35	\$2,613.73	
Después proyecto				
Concepto	Maíz	Alfalfa	Brócoli	
Energía consumida por hectárea Final (kwh/ciclo/ha)	4,084.82	1,612.00	3,616.79	
Costo de la energía consumida por hectárea Final (\$/ha)	\$2,110.70	\$832.97	\$1,868.47	
Ahorro / ha				
Concepto	Maíz	Alfalfa	Brócoli	
Energía consumida por hectárea Final (kwh/ciclo/ha)	1,129.19	1,439.00	1,441.64	
Costo de la energía consumida por hectárea Final (\$/ha)	583.15	743.38	745.26	
Beneficios	Maíz	Alfalfa	Brócoli	Total
Superficie	1,162.50	130.10	338.03	1,631
Energía ahorrada (kwh/ciclo)	1,312,686	187,214	487,319	1,987,218
Costo de la energía ahorrada	677,909	96,714	251,920	1,026,542

Superficie agrícola no cultivada



El 19% de los entrevistados manifestó contar con superficie agrícola no cultivada en la UR. Esa superficie, en promedio, equivale a 14 ha, que no se cultiva —de acuerdo a los entrevistados— por la falta de agua.

Gráfica 114. Superficie agrícola que no se cultiva en la unidad de riego



Fuente: elaboración propia con datos de investigación de campo, 2021.

Cambios en los cultivos

El 65% de los sistemas de riego hicieron cambios en sus cultivos. Se destaca que el 33% intercala maíz con otros cultivos, un 32% cambiaron a hortalizas, y 9% a fresas (Gráfica 114).

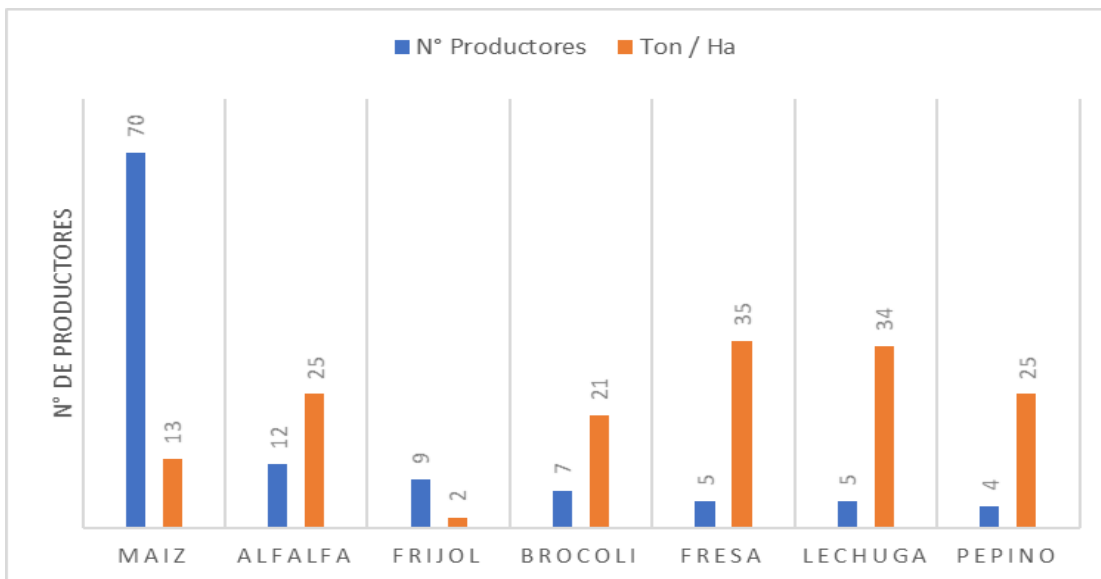
Gráfica 115. Sistemas de riego con cambios en sus cultivos

Fuente: elaboración propia con datos de investigación de campo, 2021.

Principales cultivos 2019

El 49% de los cultivos en 2019 fueron de maíz; en el resto se destacan: el 9% de alfalfa, el 4% fresa, 4% frijol y 3% pepino. En la siguiente gráfica se observan los rendimientos promedio para cada uno de los cultivos señalados.

Gráfica 116. Rendimiento de los principales cultivos apoyados por el Programa



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

IX. HALLAZGOS

El Programa de Tecnificación de Riego tiene como objetivo general el fomentar la tecnificación del riego en el estado y con ello contribuir a mejorar la eficiencia en el uso del agua. El uso eficiente del agua es básico para el desarrollo sostenible y para asegurar que haya suficientes recursos para generaciones futuras. Además, es una forma de alcanzar las metas del desarrollo sostenible, así que es importante señalar que el uso eficiente del agua subterránea está en función de aspectos técnicos, económicos, financieros, políticos-sociales e institucionales, de tal suerte que, basar la decisión de apoyar sistemas de riego en el aspecto puramente técnico no es adecuado.

El concepto de fomentar, se entiende como la acción que motiva, entusiasma, promueve a realizar acciones acorde a la propuesta de mejora y precede a la acción de capacitación y asistencia técnica, cabe recordar que lo anterior es el medio para revertir el gran déficit de recarga que existe en Guanajuato y por lo tanto, hay que reforzar la estrategia del programa por medio de la promoción y capacitación de productores, y que estos realmente quieran incrementar la eficiencia, para reducir la extracción desmedida.

Por otro lado, los sistemas de riego tecnificados transitan en escala de complejidad en su operación, esto es, Compuertas→Aspersión→Goteo siendo el de compuertas el más sencillo y el de menor eficiencia, sigue el de aspersión y el más complejo es el de goteo. Cada paso por sistemas corresponde a un cambio en la tecnología que requiere mayor conocimiento y mayores habilidades, cada paso es un brinco tecnológico que requiere, mayor preparación y profesionalismo. Reflejo de lo anterior, es la gran variabilidad de resultados de rendimiento y eficiencias de riego, en los cuales se llega a presentar la igualdad de eficiencias de aspersión y de goteo.

El establecimiento de los sistemas tecnificados de riego obedece principalmente a la acción de promoción de venta que hacen las empresas que comercializan equipos de riego. Lo anterior trae consigo aspectos positivos en la operación del Programa, pero también deja en manos de una entidad mercantil y privada la estrategia de sustentabilidad del agua de riego con aguas subterráneas en la entidad. Los proyectos así elaborados y presentados para su aprobación, son de carácter técnico —de ingeniería de riego— pero no consideran aspectos importantes en pequeñas superficies, como lo son la cultura de productor, la viabilidad económica y financiera. La resultante de estas carencias en muchos casos es la subutilización del sistema.

Se detectó que en las UR desarrolladas cuentan con sistemas de informática estructurados, pero en la mayor parte de ellas se carece de un sistema de toma de datos y procesamiento que les permita tomar decisiones de manejo, producción y de mercado. Esta es una situación grave que impide el desarrollo empresarial y el incremento del retorno económico de la producción.

Cabe indicar que la presente evaluación se realizó con los materiales proporcionados por la SDAyR, por lo que los documentos y la información proporcionada en muchos casos fueron insuficientes.

En cuanto a la aplicación del riego, se presenta la inercia del manejo de riego en su sistema de gravedad; es decir, en alfalfa aplican un riego por goteo al mes —y los productores sostienen que así les va mejor—, pero no hay datos de producción que sustente esta creencia. También en varios casos se aplican riegos por goteo muy espaciados. Asimismo, se detectó que el 64% de las UR utilizan el sistema de fertiirrigación, pero únicamente el 36% de las unidades reciben asistencia técnica en fertiirrigación.

X. CONCLUSIONES

Resultados de indicadores estratégicos

El resumen narrativo del FIN de la MIR del Programa pretende contribuir al incremento de la eficiencia en el uso de agua de riego mediante la tecnificación de la superficie agrícola. Derivado de los resultados de la presente evaluación, se obtuvo que el 94% de los propietarios señalan que la tecnificación de riego provocó una mayor eficiencia en el sistema de riego. Estos resultados indican el cumplimiento del objetivo del FIN del Programa.

A continuación, se presentan los principales resultados de indicadores relevantes para el Programa:

- i. El 72% de los sistemas de riego incrementaron los rendimientos de sus unidades de producción. Se destaca que los principales cultivos que apoya el programa Mi Riego Productivo, tuvieron un alto incremento en su rendimiento: el cultivo de maíz se incrementó en un 46% (de 9 a 13 ton/ha), la fresa de 102%, la alfalfa de 41% y el frijol del 76%.
- ii. El 46% de los propietarios de riego tienen un grado de escolaridad menor que la primaria, por lo que se recomienda que el componente Mi Riego Productivo se articule con otros componentes y programas que otorguen capacitación y acompañamiento técnico en el manejo de los sistemas de riego tecnificado. Esto permitirá incrementar la probabilidad de éxito de los proyectos apoyados por el Programa. Otro factor importante a considerar es el envejecimiento de los propietarios, ya que la edad promedio es 60 años. Además, los propietarios que no tienen estudios tienen una edad promedio de 72 años, y manifiestan tener cerca de 50 años de experiencia en agricultura. Estas experiencias, combinadas con nuevas técnicas en los procesos de riego tecnificado podrían aumentar el impacto del Programa.
- iii. El 93% de los productores manifestaron tener una percepción satisfactoria del Programa, lo cual se traduce en uno de los resultados positivos derivados de la presente evaluación. De este universo, destacaron que su principal logro fue el incremento de la producción (75%), así como la disminución de costos (12%) y la mejora de la calidad de la producción (8%).
- iv. En promedio, antes de la implementación del proyecto de tecnificación de riego las horas de riego eran 58.7, después de implementar el proyecto se redujo a un promedio de 26.1 horas logrando una eficiencia con la tecnificación del riego.

- v. Por otra parte, la cantidad promedio de riegos aumentó más del doble: de 6.4 a 12.8 riegos en promedio después del proyecto. Este comportamiento pudiera implicar que una eficiencia en el sistema de riego no necesariamente disminuye el volumen de agua total utilizado en el ciclo del cultivo y, por lo tanto, limite la reducción de la sobre explotación de los acuíferos.
- vi. El 24% de los entrevistados señaló que el agua ahorrada por el proyecto de tecnificación de riego se destinó a incrementar la superficie de riego. Este resultado es muy importante para establecer mecanismos de control en la normatividad del programa, orientado a resolver el problema principal y los efectos que derivan.
- vii. El programa también podría promover la sinergia y coordinación con otras estrategias gubernamentales que promueven la comercialización de las cosechas de los sistemas de riego. Se destaca que el 28% los productores comercializan por contrato, y el 14% el mercado destino es internacional. Entre los principales cultivos se encuentran: brócoli, pepino, fresa, apio y lechuga.

Diseño del Programa

El PTR se encuentra alineado a los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo de Guanajuato 2040 y el Programa de Gobierno de Guanajuato 2012 – 2018. La situación de déficit de agua subterránea en el estado de Guanajuato, provocada por la proliferación de pozos profundos en los finales del siglo pasado, es sumamente grave y, de no hacer algo significativo para reducir la extracción, en el corto y mediano plazo se presentará una severa crisis de falta de agua en los tres sectores: agrícola, industrial y urbano.

Este Programa ha resultado positivo, ya que el 77% de los proyectos apoyados desde el año 2010 funcionan normalmente. Existen 26 casos de subutilización de los sistemas de riego por goteo, que utilizan parcialmente el sistema en un cultivo y regresan al riego por gravedad.

El PTR es de gran importancia estratégica para abatir la extracción de aguas subterránea por medio de incrementar la eficiencia del agua de riego con aguas subterráneas, pero se requiere reforzar estrategias y componentes para lograr resultados óptimos.

La actividad económica agropecuaria es fuerte con los productores de hortalizas y presenta un modelo industrial: alto en insumos, con una estructura administrativa que toma decisiones con base en datos. Esta condición contrasta con los productores de cereales y maíz, que responden más a un modelo de transición hacia el modelo industrial y que presenta inercias del pasado: carece de estructura

administrativa, no tiene controles y su proceso de toma de decisiones está basado en la experiencia, similar al modelo artesanal que le dio origen.

Se coincide con lo asentado en el “Programa de Gobierno de Guanajuato 2018-2024”, sobre los problemas del agua en el estado de Guanajuato: esta modalidad de producción es el mejor ejemplo de lo insustentable que resulta extraer agua de los mantos acuíferos, los cuales están cada vez más sobreexplotados y el líquido a una mayor profundidad.

Atacar el problema únicamente con Tecnificación de Riego no es suficiente, ya que existen variables que afectan fuertemente la problemática, por lo que se requiere actuar de manera integral para realmente impactar en la reducción del déficit y avanzar en un equilibrio de recarga-extracción.

Política Pública

Marco Legal. Se encontró que la ley permite a cada usuario extraer el agua subterránea según su concesión, pero se detectó que en el 15% de los pozos entrevistados, no se contaba con medidor de energía eléctrica y muchos no tenían el medidor de agua o estaba descompuesto. Esto es una situación ilícita —reflejo de un estado de impunidad— pues no pagan el consumo de energía eléctrica y como resultado de tal anomalía no se preocupan por ser eficientes en el uso del agua.

Algunos productores reclamaron que ellos estaban pagando puntualmente, pero que había una organización de productores que se negaba a pagar las tarifas de energía eléctrica desde hace años. Durante la evaluación, no se tuvo acceso a esa información para definir la magnitud del problema, pero conocedores del tema hablan de la existencia de miles de pozos irregulares.

Asistencia Técnica. La mayoría de los productores tiene un sistema de riego por goteo, con tres casos:

- a. *Productores desarrollados.* Generalmente son productores de gran dimensión, vinculados con el mercado, y que manejan la tecnología. Están habilitados para operar sistemas de riego y gestionan sistemas de información que les permiten tomar decisiones.
- b. *Productores en transición.* Productores que trabajan individualmente, vinculados al mercado local, que manejan la tecnología de goteo con base en experiencia —con los sesgos que esto representa— y su sistema informático es artesanal.
- c. *Productores tradicionales.* Presentan una resistencia a cambiar su forma de trabajar y adoptar las recomendaciones derivadas del nuevo sistema. Su vinculación con el mercado local es bajo y generalmente trabajan con intermediarios.

La clasificación anterior podrá ser la base para tipificar a los diferentes productores, con la generación de indicadores que auxilien en la selección de solicitantes para que coadyuven en la generación de plan de asistencia técnica y capacitación a cada tipo de productor.

Acceso al Crédito. Los recursos financieros destinados al Programa son insuficientes para alcanzar las metas propuestas en los planes de desarrollo a mediano y largo plazos. La carencia de crédito rural por parte de la banca comercial es el gran ausente, lo que propicia que las metas anuales sean insuficientes para cubrir la demanda de los productores que hay en el estado.

Selección de productores. La selección de los productores a beneficiarse con los apoyos del Programa no cuenta con criterios claramente definidos, dejando la elección al resultado de la promoción del mismo Programa, sobre todo a la intervención de empresas de riego. Ello, aunado a esquemas deficientes de difusión, facilitan el acceso a todo tipo de productor que desea ahorrar agua y dinero, pero sin un perfil de desarrollo que garantice el éxito del sistema tecnificado.

Asistencia Técnica. Se detectó la presencia de técnicos que otorgaban asistencia técnica a los sistemas tecnificados de riego. Asimismo, se detectó que la asistencia técnica se enfoca a la técnica de riego. Se carece de línea base, por lo que es muy difícil realizar —a bajo costo— la valoración del servicio y del sistema de riego.

Focalización. No existe una estrategia de focalización de los apoyos y una población objetivo bien definida, de tal suerte que, donde se presenta la mayor extracción de agua subterránea, el Programa tiene baja presencia.

Evaluación. No se realiza una evaluación anual para determinar el avance de los productores en grado de eficiencia y reducción de costos, así como del rendimiento del cultivo y el precio de venta. Existen indicios de que el abandono parcial de los sistemas tecnificados, obedece a una cultura tradicional que lleva a los productores a regresar a sus antiguas prácticas de riego.

Proceso de levantamiento de encuestas.

Los Padrones recibidos por Sabiduría Rural para realizar el trabajo de campo adolecen de faltas de información y errores en la localización de la UR, lo que provocó desgaste en la localización y, por otro lado, algunos propietarios se negaron a aceptar las entrevistas programadas y dar facilidades para realizar las pruebas de eficiencias de riego.

XI. RECOMENDACIONES

Generales

Se sugiere que la población objetivo sea el o los propietarios del pozo(s) y a partir de ahí, identificar su situación actual, para ir monitoreando su evolución de regadío.

Se recomienda elaborar e implementar una estrategia focalizada al territorio de Celaya-Salamanca-Irapuato-Valle de Santiago-Abasolo para aplicar más apoyos para tratar de reducir el gran déficit de agua

Existe en el marco legal, una situación que promueve el consumo total de su concesión de agua, si se extrae menos corre el riesgo que se le reduzcan, lo anterior se sugiere estudiar que incentivo se le puede otorgar al que no extraiga su concesión y evitar las ventas de agua para estar en la normatividad y evitar mayores extracciones.

Se recomienda realizar una propuesta de muy alto nivel, para generar estrategias de regularización de todos los pozos profundos de Guanajuato, que cuenten con concesión autorizada, medidor de energía eléctrica y de flujo con el fin de lograr tener mediciones periódicas del consumo de energía y agua y pagar lo que se establezca en la ley.

MML

Se considera que el proyecto de Tecnificación de riego es un componente del programa de Mi Riego Productivo, aun así, tiene Reglas de Operación. Se recomienda reconsiderar esta exigencia debido a que se distorsiona el programa y se obliga a trabajar para el medio (tecnificación de Riego) y no para el Fin (Reducción de extracción de Agua. Se sugiere en vez de Reglas de Operación, generar lineamientos de inversión para simplificar el trabajo y enfocarlo a la reducción del déficit de agua.

Piezometría

Los términos de referencia de la presente evaluación, no solicitaban tomar datos de niveles estáticos y dinámicos de los diferentes pozos, pero es notorio y lo comentan los productores, el abatimiento de los mantos acuíferos y la pérdida de eficiencia electromecánica de los equipos de bombeo. Se

recomienda establecer un programa anual de monitoreo de niveles dinámicos y diagnóstico de eficiencia electromecánica de los pozos, e informar a la sociedad rural.

Asistencia técnica

Se recomienda incrementar el presupuesto de Asistencia Técnica y Capacitación con el fin de evitar la subutilización de los equipos tecnificados y que el productor incremente la producción y productividad del agua.

Es muy importante que el técnico otorgue asistencia técnica y capacitación en el manejo de los equipos de riego y en su operación, así como en fertiirrigación. Ambos campos, tienen el potencial de elevar la productividad del agua y sus beneficios económicos.

Se recomienda impartir un curso propedéutico aquellos productores con bajas eficiencia y equipos subutilizados, con el fin de crear un ambiente propicio para atender las recomendaciones técnicas y elevar los índices de eficiencia.

Es muy recomendable contar con dos profesionales, uno en riego y el otro en fertiirrigación, que ambos fungirían como asesores y consejeros de los técnicos de campo, con el fin de ir formando profesionales competentes.

Dirección de Tecnificación de Riego

Crear una base de datos con la información básica de cada proyecto y su diseño del sistema de riego, con el fin contar con una línea base, que permita realizar una evaluación de impacto anuales más simple y menos onerosa, y contar con información de impacto anual para ir afinando la estrategia y capacitación.

Se sugiere que la línea base podrá tener una geolocalización (*Google Maps*) del pozo(s) y de los predios beneficiados, para que facilite el control de apoyos, su ubicación y contacto con el productor.

El problema más grande fue ubicar al productor y luego que nos recibiera, se sugiere para la siguiente evaluación que la Dirección de Tecnificación de Riego se involucre en el contacto y realización de las encuestas.

Con el fin de acelerar el abatimiento del déficit de agua subterránea, sería muy aconsejable llevar a cabo negociaciones con un alto perfil de funcionarios con el poder federal y estatal, para la

regularización de los pozos en conflicto y sin control con el fin de que todos los pozos estén en el marco legal establecido.

Monitoreo y Evaluación

Se propone un horizonte de monitoreo y evaluación para el Programa:

- El Programa debe tener un diagnóstico que justifique su creación, así como un instrumento de seguimiento (MIR).
- El programa debe sistematizar información de los beneficios entregados respecto a las principales variables de interés en las que busca incidir; para establecer su línea base.
- Asimismo, a partir del año 1, el programa debe realizar —con una periodicidad anual— la evaluación que muestre su desempeño y dar seguimiento a las recomendaciones de las evaluaciones externas.
- Establecer acciones para la mejora continua, que favorezcan la obtención de resultados.
- Una vez concluido el proceso de mejora de los indicadores e iniciada la recolección de información, el programa podrá monitorear de manera sistemática su desempeño y el logro de sus metas a través de sus indicadores.
- Sistematización de información básica y productiva. Ello generará información que a largo plazo permita hacer comparativos entre un grupo control (el contrafactual) y uno de tratamiento (el grupo beneficiario del programa) para realizar evaluaciones de impacto.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Torres B., 2004. Evolución del abatimiento en el nivel estático de los acuíferos de Guanajuato. Aquaforum, julio-septiembre año 8 No. 37.
- Comisión Estatal del Agua de Guanajuato. (Diciembre de 2014). Guía de Ahorro y Reutilización del Agua. Obtenido de <http://agua.guanajuato.gob.mx/pdf/publicaciones/ahorro.pdf>
- Comisión Estatal del Agua en Guanajuato, 2019. Situación hídrica y disponibilidad en el Estado de Guanajuato.
- Comisión Estatal del Agua en Guanajuato. Compendio del agua subterránea en Guanajuato, 2018. Disponible en <http://hidroclima.guanajuato.gob.mx/ceagdem/casgpc/CASG.html>
- Comisión Estatal del Agua en Guanajuato. CONAGUA. Programa Estatal Hidráulico de Guanajuato. Gobierno de Guanajuato.
- CONAGUA, 2018a. Estadísticas del Agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf
- CONAGUA, 2018b. Programa Estatal Hidráulico de Guanajuato. Disponible en: <http://agua.guanajuato.gob.mx/pdf/resumenejecutivo.pdf>
- CONAGUA. (2018). Programa Hidráulico de Guanajuato. Obtenido de <http://agua.guanajuato.gob.mx/pdf/resumenejecutivo.pdf>
- CONAGUA. (Octubre de 2016). Estadísticas de Agua en México. Obtenido de http://201.116.60.25/publicaciones/EAM_2016.pdf
- CONEVAL. (2011). Evaluación Específica de Desempeño 2010-2013, Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego. México.
- CONEVAL. (2012). Evaluación de Consistencia y Resultados 2011-2012 - Programa de Rehabilitación y Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego. México.
- CONEVAL. (2012). Evaluación de Consistencia y Resultados 2011-2012, Tecnificación de Riego. México.
- CONEVAL. (2013). Evaluación Específica de Desempeño 2012-2013, Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de. México.
- CONEVAL. (2015). Evaluación Específica de Desempeño 2014-2015, Programa de Rehabilitación, Modernización, Tecnificación y. México.
- FAO, 2000. Informe de los resultados de la evaluación 1998-1999 de los programas de fomento agrícola, fomento ganadero, sanidad agropecuaria y transferencia de tecnología de la alianza para el campo. Disponible en:
- FAO. (2008) El desarrollo del micro riego en América Central. Roma
- FAO. (2013). Afrontar la escasez de agua. Recuperado el 2020, de FAO.ORG: <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>
- Gobierno de Guanajuato. (s.f.). Plan Estatal de Desarrollo 2040. Obtenido de https://www.guanajuato.gob.mx/pdf/Gto2040_WEB.pdf
- Gobierno del estado de Guanajuato, 2019. Plan Estatal de desarrollo de Guanajuato 2040. Disponible en: Gobierno del estado de Guanajuato, 2019. Programa de Gobierno 2018-2014. Disponible en <https://portalsocial.guanajuato.gob.mx/documento/programa-estatal-de-gobierno>
- Gómez Cruz y Perales. Revista de Geografía Agrícola. Julio de 1981, págs. 81-96. UACH. México

- Gordillo, Gustavo. Obed Mendez, Santiago Ruy Sánchez, 2016. La articulación entre programas de desarrollo agropecuario y protección social. Estudio de caso en México. FAO.Roma
- INFORURAL. (Enero de 2012). La modernización y la tecnificación en sistemas de riego ayuda a mitigar los efectos de la sequía. Obtenido de <https://www.inforural.com.mx/la-modernizacion-y-la-tecnificacion-en-sistemas-de-riego-ayudan-a-mitigar-los-efectos-de-la-sequia/>
- Instituto de Evaluaciones Económicas. (2010). Evaluación de Diseño 2010, Tecnificación de Riego. México.
- Martinez, Rene, Riego localizado: diseño y evaluación.- Universidad Autónoma Chapingo. 1991. México
- Melvilla, R., & Cirelli, C. (Abril de 2000). La Crisis del Agua. Sus Dimensiones Ecológicas, Política y Cultura. Obtenido de <file:///C:/Users/MARIBEL%20DE%20ITA%20MG/Downloads/Dialnet-EscenarioDelAguaEnMexico-3238728.pdf>
- Monforte, G., & Cantú, P. C. (2009). ESCENARIO DEL AGUA EN MÉXICO. Obtenido de <file:///C:/Users/MARIBEL%20DE%20ITA%20MG/Downloads/Dialnet-EscenarioDelAguaEnMexico-3238728.pdf>
- Mongorte, Garcia y Cantú. El Escenario del agua en México.- CULCyT//Enero-Febrero, 2009
- OLVERA Salgado, M. D., BAHENA Delgado, G., & ALPUCHE Garcés, O. (Febrero de 2014). La tecnificación del riego ante la escasez del agua para la generación de alimentos. Obtenido de <file:///C:/Users/MARIBEL%20DE%20ITA%20MG/Downloads/Dialnet-LaTecnificacionDelRiegoAnteLaEscasezDelAguaParaLaG-4927149.pdf>
- Orive Alba, Adolfo. La Irrigación en México. Ed. Grijalbo.1970.México
- Palacio Vélez, O. L., & Escobar Villagrán, S. B. (Abril de 2016). La sustentabilidad de la agricultura de riego ante la sobreexplotación de acuíferos. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000200005
- Peña, E., & Montiel, M. (2004). Tecnificación del riego presurizado. In Curso Internacional de Sistemas de Riego (Vol. II, pp. 33-49). Universidad Autónoma Chapingo: Departamento de Irrigación de la UACH.
- SAGARPA, SENASICA. INIFAP. Agenda Técnica Guanajuato, 2° Edición, 2015. México
- SAGARPA. Blog de la Delegación SADER Guanajuato. 2018. Celaya, Gto.
- SEMARNAT, Ecología, I. d., & Ecología, U. d. (2010). Diagnóstico Climatológico y Prospectiva sobre Vulnerabilidad al Cambio Climático del Estado de Guanajuato. Obtenido de file:///C:/Users/MARIBEL%20DE%20ITA%20MG/Downloads/Diagnostico_Climatologico.pdf
- TATE, D. M. (1993). Principios del uso eficiente del agua. Obtenido de <http://cidbimena.desastres.hn/docum/Honduras/PRINCIPIOSDELUSOEICIENTEDELAGUA.pdf>

OTRAS FUENTES:

http://seieg.iplaneg.net/seieg/doc/PED2040_sintesis_1525457699.pdf

http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/desrural/document/resej/fomag/riegbo mb.pdf

XIII. ANEXOS

1.- Superficie apoyada por el programa en todos los municipios (2010-2019)

MUNICIPIO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Dolores Hidalgo	254.97	123.37	239.76	451.44	663.76	406.19	273.41	652.61
Abasolo	188.38	212.2	262.85	451.66	538.69	163.91	278.55	259.02
Valle de Santiago	350.3	245.06	282.52	387.82	256.87	291.78	266.51	205.84
Pénjamo	263.14	336.57	215.13	461.95	263.67	199.31	163.82	209.52
San Luis de la Paz	338.06	237.23	235.9	199.4	398.35	101.79	95.57	158.96
SM de Allende	187.63	256.97	156.27	324.63	182.98	41.66	100.63	278.96
Sc Juventino Rosas	44.84	125.19	138.03	186.37	166.17	242.21	70.36	86.64
Irapuato	110.22	116.05	97.06	171.64	175.81	166.89	280.68	115.65
Salamanca	290.2	124.25	141.29	203.25	57.5	136.18	66.8	136.2
SD de la unión	137.25	60	38	94.62	103.9	138.1	68.56	160.46
Apaseo el Grande	25.22	131.58	58.87	258.56	185.04	126.77	61.46	192.11
Cortázar	174.83	51.39	88.01	58.73	206.31	192.33	78.66	83.38
Purísima del Rincón	79	141.68	62.83	22.74	311.85	91.53	68.19	43.7
Villagrán	113.28	84.11	3.2	74.7	74.09	411.4	75.55	20.8
SF del Rincón	50	17.5		150.93	151.57	214.89	115.86	151.27
San Felipe	89.58		2.5	120.51	40.14	58.33	29.84	135.64
Acámbaro	112.3	214.05	148.66	217.41	13.66	65.66	14.3	38.1
San José Iturbide	72	84.34	21	78	106.1	92.23	40	30.58
Jaral del Progreso	143.07	9.32	136.09	103.17	53.23	101.28	19.4	14
León	47.69	16.6	25	75.18	161.82	80.3	71.13	112.31
Manuel Doblado	110.54	26	13.83	64.04	36.66	43.33	109.4	166.29
Celaya	17.81	86.4	56.12	32.61	47.32	152.28	50.8	95.41
Silao de la Victoria	60.99	71.55	99.75	48.83	48	96.1	128.7	27.84
Doctor Mora	149.46	51.33	96.56	105.89	56.97	67.33	43.12	16.66
Tarandacuáo	30.84	175.63	48.31	114.75	18.93	69.26		52.24
Salvatierra	36.38	85.21	146.71	62.83	4	22.44	114.15	31.87
Tarimoro	64.33	113.48	9.09	54.31		84.82	19.44	11.44
Apaseo el alto		70	50.35	47.65	87.98	44.97	4	7.55
Romita	42.7	31.31	7.52	23.5	42.82		95.75	21.41
Jerécuaro	108.58		12.31	119.75	87.36			11.74
Yuriria	52.47	10.66	17.18	65.76			3.58	
Comonfort	5	7	17.99	21.27	5.3	85.34	8.62	66.75
Huanímaro	18.9			31.89			7.43	7.26
Cuerámara			26.63	48.86		31.68	11.25	13
Santiago Maravatío	2.9	50		16.67	4.54			
Victoria	6.13			13.29				
Pueblo Nuevo								
Moroleón						3		16.8
Guanajuato		2					11.42	
Ocampo								1.66
Uriangato			4.42					
Tierra blanca						1		
Total anual	3,778.99	3,368.03	2,959.74	4,964.61	4,551.39	4,024.29	2,846.94	3,633.6

2.- Hallazgos de evaluaciones externas

Programa de Tecnificación de Riego (SAGARPA)

EVALUACIÓN DE DISEÑO 2010	EVALUACIÓN DE CONSISTENCIA Y RESULTADOS 2011-2012	EVALUACIÓN ESPECÍFICA DE DESEMPEÑO 2012-2013
<p>DISEÑO</p> <p>El problema no está identificado de manera precisa debido a que no es congruente en los diferentes documentos evaluados como son la MIR, los lineamientos y el árbol de problemas.</p> <p>No se tienen elementos para identificar en qué parcelas o zonas, el riego tradicional puede mejorarse sin necesidad de tecnificación, lo cual permitiría hacer un uso más eficiente del presupuesto federal.</p> <p>La población objetivo y potencial no están adecuadamente definidas debido a que son coincidentes.</p>	<p>No tiene claramente identificado el problema o necesidad prioritaria que busca resolver.</p> <p>No cuenta con un documento diagnóstico.</p> <p>No tiene definida la población potencial y objetivo.</p> <p>No hay alineación entre los documentos normativos y el instrumento de planeación MIR</p>	<p>El programa no tiene identificadas poblaciones potencial y objetivo, lo que dificulta la focalización de apoyos</p>
<p>OPERACIÓN</p> <p>Es necesario tener un sistema de información propio del Programa y no depender únicamente de la base de datos de FIRCO.</p> <p>Si bien existe un esfuerzo por focalizar a la población objetivo, no está clara la metodología de selección, así como tampoco una estrategia para llegar a la población objetivo.</p>	<p>No se cuenta con una base de datos única y acumulativa, los agentes técnicos (FIRA, FIRCO y Financiera Rural) difieren en la información recabada, pero ninguno detalla información socioeconómica, normativa o técnica.</p> <p>Es necesario desarrollar procedimientos para verificar resultados.</p> <p>Es necesario mejorar e integrar el sistema de información, documentar procedimientos de verificación y supervisar a proveedores.</p>	<p>Se detecta una incorrecta focalización de los apoyos, pues se asignan a municipios de baja marginación, en donde probablemente son mucho menores las restricciones a la liquidez, y de acuerdo con las evaluaciones externas, muchos de los productores no los necesitan, incluso tienen incentivos para la expansión de la frontera agrícola. No hay un criterio claro mediante el cual el programa focalice apoyos hacia zonas con mayor estrés hídrico.</p>
<p>RESULTADOS</p>	<p>Los indicadores relevantes son de difícil medición y seguimiento</p>	<p>El programa no cuenta con evaluaciones de impacto que puedan arrojar resultados atribuibles completamente a la intervención del programa.</p> <p>No se cuenta con un valor para el indicador de fin por lo que no se puede valorar si la tecnificación ha reducido el volumen de agua consumido.</p>
<p>AMENAZAS</p> <p>Las condiciones socioeconómicas de los productores, la profesionalización de los actores participantes en la tecnificación del riego, así como el cumplimiento de la medición del agua y el subsidio al agua y a la tarifa eléctrica.</p>	<p>La confusión de los fines y propósitos se transfiere a los beneficiarios</p>	

Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego (SEMARNAT)

EVALUACIÓN ESPECÍFICA DE DESEMPEÑO 2010-2011	EVALUACIÓN DE CONSISTENCIA Y RESULTADOS 2011-2012	EVALUACIÓN ESPECÍFICA DE DESEMPEÑO 2012-2013
<p>COBERTURA</p> <p>La cobertura no está bien definida, y esto repercute en el entendimiento del concepto de Población Atendida, Objetivo y Potencial.</p>	<p>Carencia de un documento de diagnóstico, (así como de un árbol de problemas) que sustenten documentalmente la problemática que da origen al programa.</p> <p>Se recomienda la elaboración de un documento de diagnóstico que defina la problemática identificando y cuantificando y clasificando la población que lo presenta.</p> <p>Falta de consistencia entre la definición y cuantificación de la población potencial y la población objetivo en los documentos del programa: Manual de Operación, MIR, Metas y reportes de cuenta pública.</p> <p>El programa no cuenta con una estrategia de cobertura para atender la población objetivo</p>	<p>El programa tiene problemas en cuanto a su diseño y planeación estratégica.</p> <p>No cuenta con un documento de diagnóstico donde se describa la problemática.</p> <p>Hay inconsistencias entre la definición de población potencial y población objetivo ya que la primera está definida en unidades de riego y hectáreas y la segunda en usuarios agrícolas.</p>
<p>INFORMACIÓN</p> <p>Es indispensable contar con la información del padrón de Unidades de Riego actualizado.</p>	<p>Falta de lineamientos para la integración de un padrón de beneficiarios.</p> <p>El programa no sistematiza su información</p>	
<p>INDICADORES</p> <p>Los indicadores deben ser más precisos, las metas más claras pues hay inconsistencias en la información y en los informes de la cuenta pública. Se recomienda precisar aún más el indicador de cobertura principalmente en el año base</p>	<p>Los indicadores relevantes son de difícil medición y seguimiento</p> <p>Los resultados de los indicadores de la MIR no reflejan fielmente los resultados obtenidos</p>	<p>El programa no cuenta con evaluación de impacto que puedan arrojar resultados atribuibles completamente a la intervención del programa.</p>

Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego (SEMARNAT)

EVALUACIÓN ESPECÍFICA DE DESEMPEÑO 2010-2011

DISEÑO:

No hay precisión en la población potencial y objetivo

RESULTADOS:

- No se presentan datos finales respecto al cumplimiento de las metas.
 - El programa no cuenta con evaluaciones de impacto que puedan arrojar resultados atribuibles completamente a la intervención del programa
-

Nota: En 2011 este programa pasa a formar de la estructura programática del Pp Programa de Rehabilitación y Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego, este último programa tuvo modificaciones en el nombre de 2011 a

EVALUACIÓN DE CONSISTENCIA Y RESULTADOS 2011-2012

EVALUACIÓN ESPECÍFICA DE DESEMPEÑO

DISEÑO

No está establecido el plazo para actualizar los Planes Directores de los Distritos de Riego

El programa no cuenta con una estrategia de cobertura para atender a su población objetivo.

RESULTADOS

El programa no recolecta información sobre las características socioeconómicas de sus beneficiarios, ni de las características socioeconómicas de las personas que no son beneficiarias, con fines de comparación con la población beneficiaria.

Falta de un programa informático que permita llevar el seguimiento del desempeño del programa

OPERACIÓN

No se cuenta con una estrategia documentada para la cobertura del programa y su focalización.

El programa no cuenta con información sistematizada de la demanda total de apoyos.

Falta de un programa informático que permita llevar el seguimiento del desempeño del programa.

El reto principal detectado es generar una fórmula de apoyos para focalizar de mejor manera los recursos.

Programa de Rehabilitación, Modernización, Tecnificación y Equipamiento de Unidades de Riego (CONAGUA)

EVALUACIÓN ESPECÍFICA DE DESEMPEÑO 2014-2015

DISEÑO

El programa no cuenta con un inventario de unidades de riego por lo que no se conoce con precisión el potencial de beneficiarios.

Realizar un diagnóstico específico que defina el problema público en cuanto al uso y sustentabilidad del recurso hídrico dentro de las unidades de riego

RESULTADOS

Mejorar la matriz de indicadores para que los indicadores sean relevantes de acuerdo a la narración de cada objetivo y que estén claramente orientados a resultados, en especial los del nivel de propósito.

OPERATIVO

El programa ha operado bajo un esquema de demanda, sin embargo, ante un escenario de escasez de recursos, es importante establecer fórmulas para focalizar los recursos en ciertas unidades de riego prioritarias, tanto para los objetivos del programa como para favorecer equidad en la distribución de recursos públicos

Rehabilitación y Modernización de Infraestructura de Riego y Temporal Tecnificado
(CONAGUA)

EVALUACIÓN DE CONSISTENCIA Y RESULTADOS 2015

DISEÑO

No hay precisión en la población potencial y objetivo

RESULTADOS

El programa no cuenta con evaluaciones externas de impacto.

No se correlaciona el área de enfoque del Programa con la población beneficiada del programa

Existen un gran número de evaluaciones o estudios de impacto que pueden ser aprovechados para perfeccionar los alcances e indicadores del Programa.

OPERATIVO

Los procedimientos establecidos para la transferencia de recurso a las instancias ejecutora implican flujos de información que pueden resultar en tiempos que inciden en los avances de las obras.

El Programa no identifica completamente los gastos en que incurre para generar los bienes y servicios que ofrece.

Infraestructura de riego y Temporal Tecnificado (CONAGUA)

EVALUACIÓN DE CONSISTENCIA Y RESULTADOS 2015

DISEÑO

Falta de claridad en el diagnóstico respecto del problema o necesidad que busca atender el Programa.

RESULTADOS

Falta de indicadores a nivel de propósito y en los componentes

El Programa no cuenta con evaluaciones de impacto

OPERATIVO

Falta de lineamientos específicos del Programa.

No se tienen caracterizadas ni registradas en documento alguno las superficies que forman parte del Área de Enfoque Potencial ni Objetivo.

No se encontró evidencia de un documento donde se detalle el procedimiento de cómo se recibe, registra y da trámite a las solicitudes.

No se encontró evidencia de un documento a través del cual se pueda verificar el procedimiento para la asignación de recursos presupuestales a los proyectos.

Infraestructura para la modernización y rehabilitación de riego y temporal tecnificado (CONAGUA)

EVALUACIÓN DE CONSISTENCIA Y RESULTADOS 2016

DISEÑO

La definición de población no es adecuada ya que se hace sin tomar en cuenta las necesidades de conservación, rehabilitación y modernización de la infraestructura.

Requiere ajustes en su diseño y sustento metodológico en su diagnóstico, en los temas relacionados con la actualización del problema que lo origina, así como en el cálculo y actualización de la población potencial y objetivo.

RESULTADOS

La MIR tiene deficiencias en su diseño, por lo que no se refleja adecuadamente la razón de ser del Programa. La mayoría de sus indicadores requieren precisiones relacionadas con su fórmula de cálculo. Asimismo, las metas que se establecen para cada indicador no permiten observar el desempeño del programa en el corto plazo.

3.- Análisis de la Matriz de Indicadores de Resultados (MIR)

La MIR consiste en una matriz de cuatro filas (Fin, Propósito, Componentes y Actividades) y cuatro columnas (Resumen Narrativo, Indicadores, Medios de Verificación y Supuestos), organizados de la siguiente manera:

Esquema de la Matriz de Indicadores de Resultados

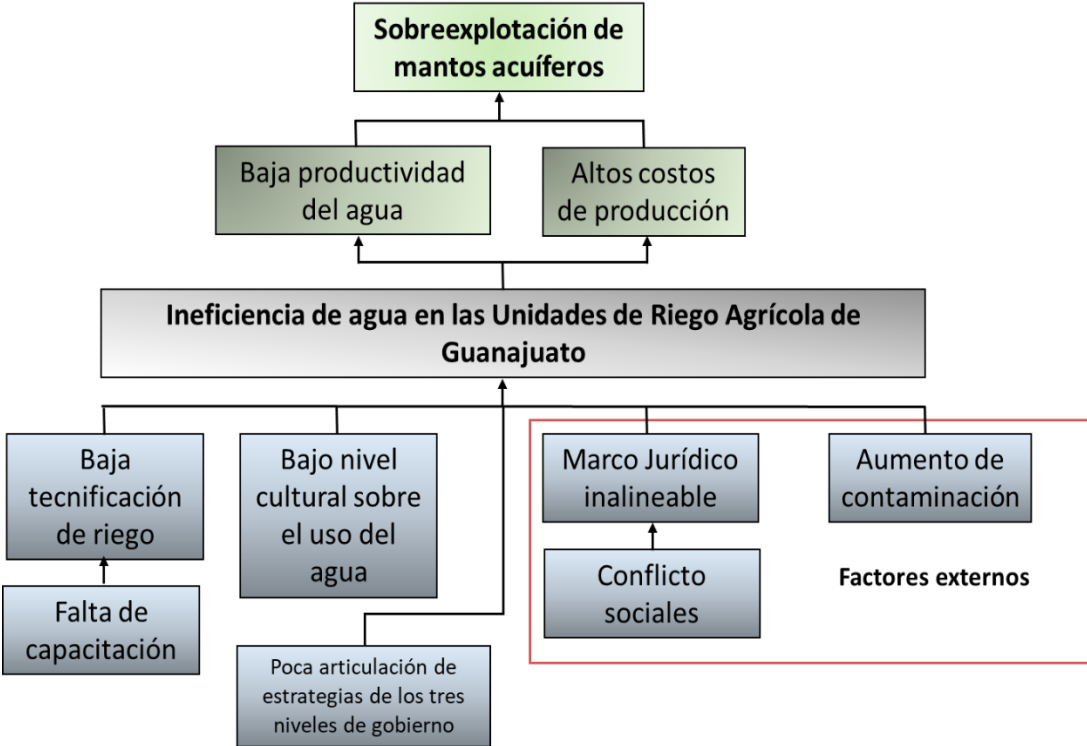
Objetivos	Resumen Narrativo	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
-----------	-------------------	-------------	------------------------	-----------

Fin	¿Cuál es la contribución del programa a un objetivo nacional o sectorial			
Propósito	¿Qué resultado concreto se espera lograr con el programa en la población objetivo?			
Componentes	¿Qué bienes o servicios deberán ser producidos y entregados por el programa para lograr el propósito			
Actividades	¿Qué hay que hacer para producir y entregar los bienes y servicios del programa?			

Cabe indicar que, según la metodología de Marco Lógico, el primer paso para elaborar la MIR corresponde a la identificación y conceptualización del problema que se busca resolver. Para ello, generalmente se usa la herramienta del árbol de problemas y objetivos, cuya construcción debe partir de los análisis o el diagnóstico realizados sobre el tema y que muestran evidencia empírica del problema.

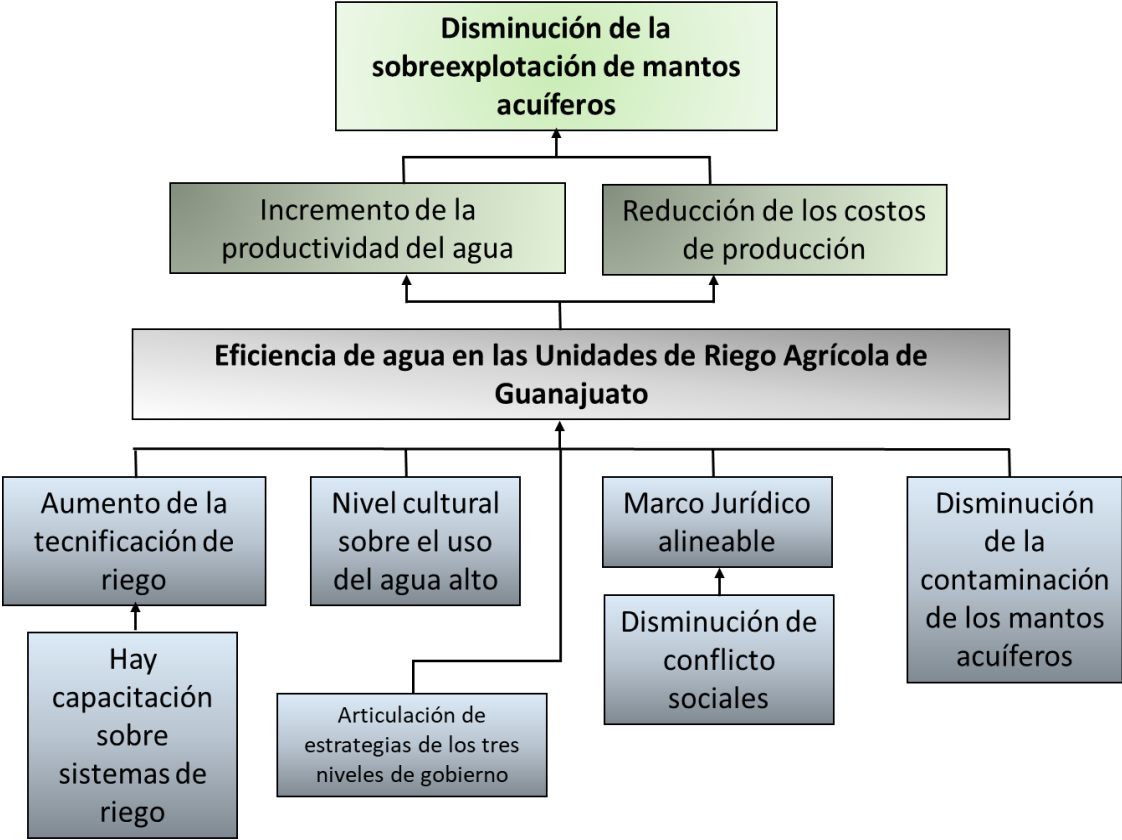
4.- Propuesta de árbol de problemas

En el árbol de problemas, se propone que el problema principal sea la “**Ineficiencia de agua en las Unidades de Riego Agrícola de Guanajuato**” y el efecto mayor que ocasiona es la sobreexplotación de mantos acuíferos.



5.- Propuesta de árbol de objetivos

La propuesta de árbol de objetivos derivado del análisis de este equipo consultor, plantea como propósito la “Eficiencia de agua en las Unidades de riego Agrícola de Guanajuato”, uno de sus componentes es la tecnificación de riego, y como fin se propone contribuir a disminuir la



sobreexplotación de matos acuíferos.

XIV. DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Anexo 1. DESCRIPCIÓN DE LA EVALUACIÓN																																																									
1.1 Nombre de la evaluación: Evaluación de Impactos de la Tecnificación del Riego en el Estado de Guanajuato																																																									
1.2 Fecha de inicio de la evaluación: 01/08/2020																																																									
1.3 Fecha de término de la evaluación: 27/04/2021																																																									
1.4 Nombre de la persona responsable de darle seguimiento a la evaluación y nombre de la unidad administrativa a la que pertenece:																																																									
Nombre: Juan José de la Rosa Lepe					Unidad administrativa: Director General de Planeación y Sistemas																																																				
1.5 Objetivo general de la evaluación: Elaborar un diagnóstico de la situación actual que guarda la tecnificación del riego y su impacto en el sector agroalimentario en el estado, en la superficie que se riega con agua subterránea y que ha sido beneficiada mediante programas de apoyo por parte del estado y generar elementos de juicio para la mejora de las políticas públicas destinadas al manejo sustentable del agua en el sector agroalimentario del estado.																																																									
1.6 Objetivos específicos de la evaluación:																																																									
<ul style="list-style-type: none"> • Analizar el nivel de contribución de la tecnificación del riego en el ahorro de agua y de energía; • Identificar los beneficios económicos globales, la rentabilidad de las unidades de riego apoyadas e impactos ambientales, que se han generado debido a la tecnificación del riego; • Identificar el estatus actual de la superficie tecnificada con sistemas de riego, y estimar el nivel de inversión requerido para mantener altas eficiencias en el uso del agua; • Identificar el estrato económico de productores que se han sido apoyados; e • Identificar áreas de oportunidad para mejorar la eficiencia del riego en Guanajuato. 																																																									
1.7 Metodología utilizada en la evaluación:																																																									
<p>a) Diseño metodológico de la Evaluación, se utilizaron métodos directos con las siguientes técnicas de análisis: análisis de gabinete, trabajo de campo, así como análisis de corte cuantitativo.</p> <p>b) Propuesta de selección de la muestra analítica; El trabajo de campo se llevará a cabo en las Unidades de Riego que han sido apoyadas por el programa en cuestión del período que abarca del 2010 al 2019 en los diferentes municipios y localidades de Guanajuato, estos suman un universo de 2066 Unidades de Riego y es la base para elaborar el marco muestral que se constituyó como la muestra analítica.</p> <p>c) Instrumentos de recolección de información a aplicar, Las entrevistas estructuradas se cuentan con una serie de preguntas directas y para la recolección de información en campo se utilizarán dos cuestionarios, 1.- Acerca de la Unidad de Riego y la 2.- acerca del productor/propietario, que se presentan en el Anexo- En esta fase de la evaluación, se podrá precisar los datos técnicos de eficiencias de conducción y aplicación para proceder a un análisis estadístico descriptivo y exploratorio.</p> <p>d) Cronograma de actividades,</p>																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">Actividades sustantivas</th> <th colspan="4">2020</th> <th colspan="4">2021</th> </tr> <tr> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Recopilación de información de los programas (bases de datos, actas de grupos técnicos, documentos de planeación)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Levantamiento de la información de campo y supervisión</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Captura de la información de campo en el sistema informático</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										No.	Actividades sustantivas	2020				2021				S	O	N	D	E	F	M	A	1	Recopilación de información de los programas (bases de datos, actas de grupos técnicos, documentos de planeación)									2	Levantamiento de la información de campo y supervisión									3	Captura de la información de campo en el sistema informático								
No.	Actividades sustantivas	2020				2021																																																			
		S	O	N	D	E	F	M	A																																																
1	Recopilación de información de los programas (bases de datos, actas de grupos técnicos, documentos de planeación)																																																								
2	Levantamiento de la información de campo y supervisión																																																								
3	Captura de la información de campo en el sistema informático																																																								

4	Análisis de los indicadores de la gestión y resultados del Programa								
5	Escritura del Informe								
6	Entrega Informe								

e) Agenda de trabajo de campo. Dada la extensión del área de trabajo, se crearon 4 bases de trabajo,: Penjamo, Irapuato, Celaya y San Luis de la Paz. Los técnicos reportaban semanalmente los avances y entregaban materiales para ser capturados y posteriormente analizados. Para la determinación de las eficiencias de riego, se contrataron técnicos con experiencia en riego y se centralizó el control.

Instrumentos de recolección de información:

Cuestionarios X Entrevistas X Formatos X Otros__ Especifique:

Descripción de las técnicas y modelos utilizados: Los cuestionarios de Unidades de riego y del Propietario, se llevaban a cabo como entrevistas y el técnico llenaba el formato y posteriormente se capturaba en una aplicación en Web. Las fichas técnicas tenían sus formatos de campo para levantar la información básica para en gabinete vaciarla en los formatos para determinar la información y general los indicadores

Anexo 2. PRINCIPALES HALLAZGOS DE LA EVALUACIÓN

2.1 Describir los hallazgos más relevantes de la evaluación:

El programa de tecnificación de riego ha traído beneficios a los productores sobre todo en ahorro de agua, energía eléctrica y de mano de obra, ha contribuido a incrementar la rentabilidad de la unidad con el incremento en rendimiento.

El aporte al déficit de agua es bajo para resolver el problema, se requiere de una acción inter institucional más fuerte e integrada para incorporar a todos los pozos en el marco legal y reducir el bombeo de agua excesivo.

Los productores viven el problema de reducción de agua, pero lo perciben como un hecho.

Cada paso por sistemas corresponde a un cambio en la tecnología que requiere mayor conocimiento y mayores habilidades, cada paso es un brinco tecnológico que requiere, mayor preparación y profesionalismo.

El establecimiento de los sistemas tecnificados de riego obedecen principalmente la acción de promoción de venta de empresas de equipos de riego. La debilidad del esquema es que deja en manos de una entidad mercantil y privada la estrategia de sustentabilidad del agua de riego con aguas subterráneas en el estado.

Existe el comentario entre conocedores del medio rural de Guanajuato, específicamente de la problemática de las aguas subterráneas, que coinciden que existen numerosos pozos profundos que se encuentran en el movimiento de No Pago a la CFE con el daño que esto significa.

2.2 Señalar cuáles son las principales Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), de acuerdo con los temas del programa, estrategia o instituciones.

2.2.1. Fortalezas

1. Mi Riego Productivo a pesar de ser un componente del Programa Campo Sustentable en el Uso de Agua, tiene una MIR que permite monitorear sus avances en el cumplimiento de sus objetivos.
2. El programa está alineado al Programa de Gobierno 2018-2014 y al Plan Estatal de Desarrollo 2040. Por lo tanto, es un programa prioritario para el Gobierno de Guanajuato.

<ol style="list-style-type: none"> 3. La MIR del Programa tiene el indicador que mide la eficiencia de riego agrícola, mismo que se menciona en el Objetivo 3.1.1. del Plan Estatal de Desarrollo 2040, e incide directamente a contribuir al logro de la meta establecida en dicho Plan de <i>“Incrementar la tecnificación del campo y generar un ahorro de agua en el sector agrícola entre 450 Mm3 y 750 Mm3”</i> 4. El programa dispone de bases de datos y registros administrativos que permiten monitorear indicadores de componentes y actividades.
<p>2.2.2 Oportunidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseñar un Componente de apoyo dirigido a la promoción y capacitación que sensibilice sobre la importancia del uso eficiente de agua, y la aplicación de mejores técnicas 2. Diseñar un indicador que muestre la contribución del Programa al Objetivo 5.1.4 del Programa de Gobierno 2018-2024: “Porcentaje de superficie de riego agrícola tecnificada acumulada”. Se tiene una meta de 26.88% para 2024, de acuerdo a dicho Programa de Gobierno. 3. Desarrollar una metodología de cobertura y focalización y un plan estratégico de mediano plazo. 4. Ajustar la definición de la población potencial y objetivo, de tal manera que sean las unidades de riego y no las unidades de producción el área de enfoque.
<p>2.2.3 Debilidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Falta definición de la población potencial y objetivo que permita precisar el propósito de la MIR. 2. Falta un documento diagnóstico que de sustento al Propósito y al Fin del Programa. No hay árbol de problemas y de objetivos del programa Mi Riego Productivo. 3. Los indicadores no cuentan con fichas técnicas, se desconoce sus metas, línea base, definición del indicador, tendencia, entre otros. 4. Antes de la presente evaluación, no se detectó que existiera una evaluación de impacto que permita visibilizar la contribución del programa al problema público de la sobreexplotación de mantos acuíferos.
<p>2.2.4 Amenazas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La falta de coordinación con los operadores del Programa Mejores Usos del Agua en el Campo no permitirá la complementariedad 2. El enfoque orientado a unidades de producción y no a unidades de riego puede incidir negativamente en la atención real del problema público de la sobreexplotación de mantos acuíferos. 3. La eliminación del Programa de Concurrencia trae como consecuencia de que el gobierno estatal absorba todo el subsidio, teniendo un costo de oportunidad. 4. La baja disponibilidad presupuestal asignada al programa representa una amenaza para atender el problema público de la sobreexplotación de los mantos acuíferos.

Anexo 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA EVALUACIÓN

3.1 Describir brevemente las conclusiones de la evaluación:

Se obtuvo que el 94% de los propietarios señalan que la tecnificación de riego provocó una mayor eficiencia en el sistema de riego. Estos resultados indican el cumplimiento del objetivo del FIN del Programa.

El 72% de los sistemas de riego incrementaron los rendimientos de sus unidades de producción.

. El 46% de los propietarios de riego tienen un grado de escolaridad menor que la primaria, por lo que se recomienda que el componente Mi Riego Productivo se articule con otros componentes y programas que otorguen capacitación y acompañamiento técnico en el manejo de los sistemas de riego tecnificado.

. El 93% de los productores manifestaron tener una percepción satisfactoria del Programa. Destacaron que su principal logro fue el incremento de la producción (75%), así como la disminución de costos (12%) y la mejora de la calidad de la producción (8%).

. En promedio, antes de la implementación del proyecto de tecnificación de riego las horas de riego eran 58.7, después de implementar el proyecto se redujo a un promedio de 26.1 horas logrando una eficiencia con la tecnificación del riego.

. El 24% de los entrevistados señaló que el agua ahorrada por el proyecto de tecnificación de riego se destinó a incrementar la superficie de riego.

. Se destaca que únicamente el 28% los productores comercializan por contrato, y el 14% el mercado destino es internacional.

El PTR se encuentra alineado a los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo de Guanajuato 2040 y el Programa de Gobierno de Guanajuato 2012 – 2018.

La situación de déficit de agua subterránea en el estado de Guanajuato, provocada por la proliferación de pozos profundos en los finales del siglo pasado, es sumamente grave y, de no hacer algo significativo para reducir la extracción, en el corto y mediano plazo se presentará una severa crisis de falta de agua en los tres sectores: agrícola, industrial y urbano.

Este Programa ha resultado positivo, ya que el 77% de los proyectos apoyados desde el año 2010 funcionan normalmente. Existen 26 casos de subutilización de los sistemas de riego por goteo, que utilizan parcialmente el sistema en un cultivo y regresan al riego por gravedad.

El PTR es de gran importancia estratégica para abatir la extracción de aguas subterráneas por medio de incrementar la eficiencia del agua de riego con aguas subterráneas, pero se requiere reforzar estrategias y componentes para lograr resultados óptimos.

La actividad económica agropecuaria es fuerte con los productores de hortalizas y presenta un modelo industrial: alto en insumos, con una estructura administrativa que toma decisiones con base en datos. Esta condición contrasta con los productores de cereales y maíz, que responden más a un modelo de transición hacia el modelo industrial y que presenta inercias del pasado: carece de estructura administrativa, no tiene controles y su proceso de toma de decisiones está basado en la experiencia, similar al modelo artesanal que le dio origen.

Atacar el problema únicamente con Tecnificación de Riego no es suficiente, ya que existen variables que afectan fuertemente la problemática, por lo que se requiere actuar de manera integral para realmente impactar en la reducción del déficit y avanzar en un equilibrio de recarga-extracción.

Política Pública

Marco Legal. Se encontró que la ley permite a cada usuario extraer el agua subterránea según su concesión, pero se detectó que en el 4.2 % de los pozos entrevistados, no se contaba con medidor de energía eléctrica y varios no tenían el medidor de agua o estaba descompuesto.

Asistencia Técnica. La mayoría de los productores tiene un sistema de riego por goteo, con tres casos:

- d. *Productores desarrollados.* Generalmente son productores de gran dimensión, vinculados con el mercado, y que manejan la tecnología. Están habilitados para operar sistemas de riego y gestionan sistemas de información que les permiten tomar decisiones.
- e. *Productores en transición.* Productores que trabajan individualmente, vinculados al mercado local, que manejan la tecnología de goteo con base en experiencia —con los sesgos que esto representa— y su sistema informático es artesanal.
- f. *Productores tradicionales.* Presentan una resistencia a cambiar su forma de trabajar y adoptar las recomendaciones derivadas del nuevo sistema. Su vinculación con el mercado local es bajo y generalmente trabajan con intermediarios.

La clasificación anterior podrá ser la base para tipificar a los diferentes productores, con la generación de indicadores que auxilien en la selección de solicitantes para que coadyuven en la validación del apoyo y en su caso generar un plan de asistencia técnica y capacitación a cada estrato de productor.

Acceso al Crédito. Los recursos financieros destinados al Programa son insuficientes para alcanzar las metas propuestas en los planes de desarrollo a mediano y largo plazos. La carencia de crédito rural por parte de la banca comercial es el gran ausente, lo que propicia que las metas anuales sean insuficientes para cubrir la demanda de los productores que hay en el estado.

Selección de productores. La selección de los productores a beneficiarse con los apoyos del Programa no cuenta con criterios claramente definidos, dejando la elección al resultado de la promoción del mismo Programa, sobre todo a la intervención de empresas de riego.

Asistencia Técnica. Se detectó la presencia de técnicos que otorgaban asistencia técnica a los sistemas tecnificados de riego. Asimismo, se detectó que la asistencia técnica se enfoca a la técnica de riego. Se carece de línea base, por lo que es muy difícil realizar —a bajo costo— la valoración del servicio y del sistema de riego.

Focalización. No existe una estrategia de focalización de los apoyos y una población objetivo bien definida, de tal suerte que, donde se presenta la mayor extracción de agua subterránea, el Programa tiene baja presencia.

Evaluación. No se realiza una evaluación anual para determinar el avance de los productores en grado de eficiencia y reducción de costos, así como del rendimiento del cultivo y el precio de venta. Existen indicios

de que el abandono parcial de los sistemas tecnificados, obedece a una cultura tradicional que lleva a los productores a regresar a sus antiguas prácticas de riego.

3.2 Describir las recomendaciones de acuerdo a su relevancia:

Se sugiere que la población objetivo sea el o los propietarios del pozo(s) y a partir de ahí, identificar su situación actual, para ir monitoreando su evolución de regadío.

Se recomienda elaborar e implementar una estrategia focalizada al territorio de Celaya-Salamanca-Irapuato-Valle de Santiago-Abasolo para aplicar más apoyos para tratar de reducir el gran déficit de agua

Existe en el marco legal, una situación que promueve el consumo total de su concesión de agua, si se extrae menos corre el riesgo que se le reduzcan, lo anterior se sugiere estudiar que incentivo se le puede otorgar al que no extraiga su concesión y evitar las ventas de agua para estar en la normatividad y evitar mayores extracciones.

Se considera que el proyecto de Tecnificación de riego es un componente del programa de Mi Riego Productivo, aun así, tiene Reglas de Operación. Se recomienda reconsiderar esta exigencia debido a que se distorsiona el programa y se obliga a trabajar para el medio (tecnificación de Riego) y no para el Fin (Reducción de extracción de Agua. Se sugiere en vez de Reglas de Operación, generar lineamientos de inversión para simplificar el trabajo y enfocarlo a la reducción del déficit de agua.

Los términos de referencia de la presente evaluación, no solicitaban tomar datos de niveles estáticos y dinámicos de los diferentes pozos, pero es notorio y lo comentan los productores, el abatimiento de los mantos acuíferos y la pérdida de eficiencia electromecánica de los equipos de bombeo. Se recomienda establecer un programa anual de monitoreo de niveles dinámicos y diagnóstico de eficiencia electromecánica de los pozos, e informar a la sociedad rural.

Se recomienda incrementar el presupuesto de Asistencia Técnica y Capacitación con el fin de evitar la subutilización de los equipos tecnificados y que el productor incremente la producción y productividad del agua.

Es muy importante que el técnico otorgue asistencia técnica y capacitación en el manejo de los equipos de riego y en su operación, así como en fertiirrigación. Ambos campos, tienen el potencial de elevar la productividad del agua y sus beneficios económicos.

Se recomienda impartir un curso propedéutico aquellos productores con bajas eficiencia y equipos subutilizados, con el fin de crear un ambiente propicio para atender las recomendaciones técnicas y elevar los índices de eficiencia.

Se sugiere crear una base de datos con la información básica de cada proyecto y su diseño del sistema de riego, con el fin contar con una línea base, que permita realizar una evaluación de impacto anuales más

simple y menos onerosa, y poder contar con información de impacto anual para ir afinando la estrategia y capacitación.

Se sugiere que la línea base tenga una geolocalización (*Google Maps*) del pozo(s) y de los predios beneficiados, para que facilite el control de apoyos, su ubicación y contacto con el productor.

Anexo 4. DATOS DE LA INSTANCIA EVALUADORA

4.1 Nombre del coordinador de la evaluación: Francisco Conrado Aguirre Pineda

4.2 Cargo: Director

4.3 Institución a la que pertenece: Sabiduría Rural. S.C.

4.4 Principales colaboradores: Mauricio García de la Cadena, Gerardo Falcon Lucario Emilio Morales, Xochitl Perez y Juan Antonio Reyes Gonzalez.

4.5 Correo electrónico del coordinador de la evaluación: gto.fap@gmail.com y direccion@sabiduriarural.org

4.6 Teléfono (con clave lada): 442 475 4283

Anexo 5. IDENTIFICACIÓN DEL (LOS) PROGRAMA(S)

5.1 Nombre del (los) programa(s) evaluado(s): Evaluación de Impactos de la Tecnificación del Riego en el Estado de Guanajuato

5.2 Siglas: ND

5.3 Ente público coordinador del (los) programa(s): SDAYR

5.4 Poder público al que pertenece(n) el(los) programa(s):

Poder Ejecutivo ___X___ Poder Legislativo ___ Poder Judicial ___ Ente Autónomo ___

5.5 Ámbito gubernamental al que pertenece(n) el(los) programa(s):

Federal ___ Estatal ___X___ Local ___

5.6 Nombre de la(s) unidad(es) administrativa(s) y de (los) titular(es) a cargo del (los) programa(s)

5.6.1 Nombre(s) de la(s) unidad(es) administrativa(s) a cargo de (los) programa(s):

Secretaria de Desarrollo Agroalimentario y Rural

5.6.2 Nombre(s) de (los) titular(es) de la(s) unidad(es) administrativa(s) a cargo de (los) programa(s) (nombre completo, correo electrónico y teléfono con clave lada):

Juan José de la Rosa Lepe.- SDAYR **Director General de Planeación y Sistemas**

jdelaros@guanajuato.gob.mx;

Tel 461 546 1378

Nombre: Gustavo Magaña Sosa	Unidad administrativa: SDAyR Dirección de Tecnificación y Aprovechamiento del Agua Agrícola
-----------------------------	---

ANEXO 6. DATOS DE CONTRATACIÓN DE LA EVALUACIÓN
6.1 Tipo de contratación:
6.1.1 Adjudicación Directa___ 6.1.2 Invitación a tres _X_ 6.1.3 Licitación Pública Nacional___
6.1.4 Licitación Pública Internacional___ 6.1.5 Otro: (Señalar)___
6.2 Unidad administrativa responsable de contratar la evaluación: SDAyR
6.3 Costo total de la evaluación: \$ 1,504,841.00
6.4 Fuente de Financiamiento : Fondos Fiscales Estatales

ANEXO 7. DIFUSIÓN DE LA EVALUACIÓN
7.1 Difusión en internet de la evaluación: Pagina de la SDAyR
7.2 Difusión en internet del formato: