



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS MONTECILLO**

POSTGRADO DE HIDROCIENCIAS

## **ANALISIS Y EVALUACION DEL PROGRAMA DE REHABILITACION Y MODERNIZACIÓN EN DISTRITOS DE RIEGO.**

HUMBERTO IVAN NAVARRO GOMEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

**MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MEXICO**

2013

La presente tesis titulada: **Análisis y evaluación del programa de rehabilitación y modernización en Distritos de Riego. Caso de Estudio: Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**

Realizada por el alumno: **Humberto Iván Navarro Gómez**

Bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS  
HIDROCIENCIAS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



---

DR. HECTOR FLORES MAGDALENO

ASESOR



---

DR. JAIME ARTURO MATUS GARDEA

ASESOR



---

DR. JESUS CHAVEZ MORALES

ASESOR



---

DR. JUAN ENRIQUE RUBINOS PANTA

ASESOR



---

DR. FELIPE BENJAMIN DE LEON MOJARRO

Montecillo, Texcoco, Estado de México, 11 de Noviembre de 2013

# ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO.

**Humberto Iván Navarro Gómez, Dr.**

Colegio de Postgraduados, 2013

La presente investigación se realiza a 20 años de la transferencia de los Distritos de Riego a los usuarios y a 15 años de la puesta en operación del “Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego”, con el cual, el Gobierno de México buscó apuntalar la transferencia y contribuir al ahorro del agua, a través de reducción de pérdidas de agua -desde la red de conducción hasta la parcela- y, de mejorar la calidad y oportunidad del servicio de riego. En esta investigación se evalúa el impacto de las acciones, en función de los propósitos con los cuales fueron concebidas: incrementar la productividad del agua y contribuir al incremento de la producción agrícola.

Como caso de estudio se tomó el Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”, transferido a los usuarios entre 1992 y 1997, en donde se analizaron, a través de un enfoque histórico agregado, los factores de la producción, la disponibilidad de los recursos hídricos, la tecnificación implementada, entre otros elementos, con el fin de elaborar indicadores y una relación técnica, empírica, entre la producción y las variables seleccionadas que permitiera evaluar el impacto de las acciones de modernización en la producción. Los resultados indican incremento en el rendimiento de los cultivos, resultado de cambios en tendencias del patrón de cultivos y una mejor eficiencia en los sistemas parcelarios que no ha repercutido en una menor extracción de las aguas y sin embargo, si puede reducir la recarga inducida con el consiguiente impacto en el ecosistema y en la producción futura.

**Palabras clave:** Modelos econométricos, funciones de respuesta, impacto de tecnificación.

# **ANALYSIS AND EVALUATION OF THE PROGRAM FOR REHABILITATION AND MODERNIZATION OF IRRIGATION DISTRICTS.**

**Humberto Iván Navarro Gómez, Dr.**

Colegio de Postgraduados, 2013

This research was carried out at 20 years of the transfer of the Irrigation Districts users and 15 years of the commissioning of the "Program for Rehabilitation and Modernization of Irrigation Districts", in which the government sought to prop up Mexico transfer and help save water through water loss reduction - from the transmission system to the plot, and, to improve the quality and timeliness of irrigation service. This research evaluates the impact of actions, depending on the purposes for which they were designed: to increase water productivity and contribute to increased agricultural production.

As a case study took Irrigation District 011 "Alto Rio Lerma", transferred to users between 1992 and 1997, which analyzed through a historical aggregate production factors, the availability of resources water, the automation implemented, among other things, to develop indicators and a technical, empirical, between production and selected variables by which to assess the impact of modernization actions in production. The results indicate an increase in the crop yield resulting from changes in crop pattern trends and better efficiency in parcelarios systems that has not resulted in a lower water removal and yet can reduce recharge if induced the resulting impact on the ecosystem and future production.

**Key words:** Econometric models, response functions, impact of technology.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la oportunidad que ha brindado, al permitirme ser partícipe de sus beneficios y con ello continuar mi desarrollo profesional a través del Programa de Fomento, Formación, Desarrollo y Vinculación de Recursos Humanos de Alto Nivel.

Al pueblo de México que paga impuestos, ciudadanos que a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Colegio de Postgraduados, han financiado parte de mi formación.

Al Colegio de Postgraduados, y en especial a los Postgrados de Hidrociencias y Economía por el conocimiento transmitido, la formación adquirida y el apoyo siempre presto, ingredientes indispensables para la realización del presente trabajo de investigación.

A la Comisión Nacional del Agua en general y en especial a la Jefatura del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” por los datos aportados.

A la Gerencia de la Sociedad de Responsabilidad Limitada “Distrito de Riego 011 Río Lerma Guanajuato, S.R.L. de I.P. de C.V.” por los datos y opiniones compartidas.

A las personas integrantes de mi Consejo Particular por el esfuerzo, la dedicación, el tiempo y el apoyo que me han brindado, pero sobre todo por sus enseñanzas y la infinita paciencia para resolver los retos que se plantearon en el proceso.

Al Lic. Armando Ramírez Gómez, Procurador Académico, y al personal que colabora con él por su invaluable gestión y calidez humana.

Al Lic. Netzahualcóyotl Niño Membrillo y a la Srita. María del Rosario Torres Ramírez de la Subdirección de Educación, así como a la señora María Estela Juárez Lozano de la Dirección Local Zacatecas de Comisión Nacional del Agua, por su apoyo y paciencia en los trámites realizados.

## **DEDICATORIA**

A mis padres por la formación, enseñanzas y amor que me han transmitido.

A mis hermanas y hermano por su apoyo incondicional en los momentos más duros de la vida.

A mi hijo Vicente Iván por su amor y porque con su propia lucha me ha dado una enseñanza de vida.

A mis hijos Humberto Alejandro, Irma Daniela y Alanna Sofía por su amor incondicional y los momentos de alegría.

A todos mis amigos y aquellas personas que de una u otra forma han dejado en mí una huella imborrable y me han ayudado a ser un mejor ser humano.

## CONTENIDO

Índice de Cuadros.....	6
Índice de Figuras.....	8
Índice de Variables.....	10
I. Introducción.....	11
II. Justificación.....	15
III. Hipótesis y Objetivos.....	18
3.1. Hipótesis.....	18
3.2. Objetivo General.....	18
3.3. Objetivos Específicos.....	18
IV. Revisión de Literatura.....	19
4.1. Marco de Referencia: Los programas de apoyo gubernamental.....	19
4.1.1. El Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego.....	21
4.1.2. Periodo 2007-2012.....	22
4.1.3. Indicadores oficiales.....	22
4.1.4. Características de los apoyos.....	25
4.1.5. Inversiones Realizadas.....	27
4.1.6. Resultados obtenidos.....	28
4.2. Marco Teórico.....	31
4.2.1. Teoría de la Producción.....	32
4.2.2. Función de Producción.....	33
4.2.3. Función de Beneficios.....	37
4.2.4. Función Cobb-Douglas.....	41
4.2.5. Productividad.....	44
4.2.5.1. Productividad total de los factores.....	44
4.2.5.2. Productividad media.....	45
4.2.5.3. Productividad marginal.....	45
4.2.5.4. El Principio de Eficacia Económica.....	46
4.2.5.5. El Principio de Escasez.....	47
4.2.5.6. Ley de los Rendimientos Decrecientes.....	47
4.2.6. Los modelos econométricos.....	48
4.2.6.1. Relaciones.....	50
4.2.6.2. Clases de modelos econométricos.....	51
4.2.6.3. Componentes de un modelo econométrico.....	54
4.2.6.3.1. Ecuaciones.....	54
4.2.6.3.2. Variables.....	54
4.2.6.3.3. Parámetros.....	56
4.2.6.3.4. Datos.....	57
4.2.6.4. Métodos estadísticos.....	57
4.2.6.4.1. Correlación.....	57
4.2.6.4.2. Regresión.....	58
4.2.6.5. Contraste y validación de un modelo.....	59
4.2.6.5.1. Contraste de significación estadística.....	59
4.2.6.5.2. Medidas de bondad a priori.....	63

4.2.7. Indicadores.....	64
4.2.7.1. Indicadores de desempeño.....	64
4.2.7.2. Indicadores de proceso.....	64
4.2.8. Sustentabilidad.....	67
4.2.8.1. Sustentabilidad, agricultura sustentable y agroecología.....	67
4.2.8.2. Evaluación de sustentabilidad.....	71
4.3. Estudios previos.....	73
4.4. Conclusiones de la revisión de la literatura.....	84
V. Materiales y Métodos.....	88
5.1. Área de estudio.....	88
5.1.1. Orígenes del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”.....	89
5.1.2. Localización del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”.....	90
5.1.3. Clima.....	92
5.1.4. Suelos.....	94
5.1.5. Infraestructura.....	96
5.1.6. Transferencia de la infraestructura a los usuarios.....	98
5.1.7. Fuentes de agua superficial y subterránea.....	98
5.1.8. Estructura de la producción agrícola.....	111
5.1.8.1. Reconversión de cultivos.....	117
5.1.9. El costo del agua (servicio de riego).....	130
5.1.10. Conservación y mantenimiento de la infraestructura.....	132
5.1.11. Rehabilitación y modernización de la infraestructura.....	134
5.2. Metodología.....	150
5.2.1. El modelo econométrico.....	151
5.2.1.1. Indicadores.....	153
5.2.1.1.1. Productividad del agua ( $I_V$ ).....	153
5.2.1.1.2. Superficie modernizada ( $I_{SMT}$ ).....	155
5.2.1.1.3. Intensidad en el uso de la tierra ( $I_R$ ).....	156
5.2.1.1.4. Disponibilidad relativa de agua ( $DRA_R$ ).....	156
5.2.1.1.5. Valores índice.....	158
5.2.1.1.6. Tasa de variación relativa (TVA).....	158
5.2.1.2. Selección de variables.....	160
5.2.1.3. Recopilación de información.....	162
5.2.1.4. Fase de especificación.....	164
5.2.1.5. Fase de estimación de parámetros.....	165
5.2.1.6. Fase de validación.....	167
5.2.1.6.1. Contrastes de validación.....	167
5.2.1.7. Selección del modelo.....	172
VI. Resultados y Discusión.....	174
6.1. El modelo econométrico.....	174
6.1.1. Información utilizada y selección de variables.....	175
6.1.2. Especificación.....	176
6.1.3. Estimación de parámetros.....	177
6.1.4. Validación.....	178
6.1.5. Modelo seleccionado.....	182
6.1.6. Análisis de resultados de la relación empírica formulada.....	183



6.2. Productividad media.....	187
6.3. Productividad marginal .....	189
6.4. Relación del volumen extraído, aguas de gravedad y del subsuelo .....	194
6.5. Relación volumen de agua disponible para riego y jornales generados.....	195
6.6. Analisis de la disponibilidad relativa del agua (DRA <sub>R</sub> ) .....	196
VII. Conclusiones y Recomendaciones.....	199
7.1. Conclusiones.....	199
7.2. Recomendaciones.....	205
VIII. Limitaciones de la Investigación.....	208
IX. Bibliografía.....	209
Anexos .....	221
Anexo 1. Estadísticas agrícolas. ....	222
Anexo 2..Requerimientos de riego y estadísticas climatológicas.....	257
Anexo 3. Estadísticas hidrométricas.....	271
Anexo 4. Análisis de regresión y contrastes estadísticos.....	287

## ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 4.1.	Metas Nacionales.....	22
Cuadro 4.2.	Resultados Nacionales indicadores de la Matriz de Marco Lógico.....	28
Cuadro 5.1.	Estaciones meteorológicas.....	93
Cuadro 5.2.	Precipitación media.....	94
Cuadro 5.3.	Superficie y usuarios por módulo de riego.....	96
Cuadro 5.4.	Pozos oficiales y particulares.....	97
Cuadro 5.5.	Superficies y volúmenes concesionados.....	100
Cuadro 5.6.	Abatimiento de los acuíferos.....	103
Cuadro 5.7.	Volumen concesionado y superficie media irrigada (pozos).....	104
Cuadro 5.8.	Balance Hídrico Cuenca Lerma-Chapala (1985-2005).....	105
Cuadro 5.9.	Distritos de Riego en la Cuenca Lerma-Chapala.....	106
Cuadro 5.10.	Escurrimiento promedio, volúmenes concesionados y sustentables Presas en el Estado de Guanajuato.....	110
Cuadro 5.11.	Volúmenes concesionados y sustentables de aguas superficiales Distritos de Riego en el Estado de Guanajuato.....	110
Cuadro 5.12.	Superficie física regada y cosechada por ciclo. Periodo 1979-1980 a 1990-1991, Distrito de Riego 011.....	112
Cuadro 5.13.	Superficie física regada y cosechada por ciclo. Periodo 1991-1992 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	113
Cuadro 5.14.	Indicadores de producción. Periodo 1979-1980 a 1990-1991, Distrito de Riego 011.....	114
Cuadro 5.15.	Indicadores de producción. Periodo 1991-1992 a 1995-1996, Distrito de Riego 011.....	114
Cuadro 5.16.	Indicadores de producción. Periodo 1996-1997 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	115
Cuadro 5.17.	Indicadores de productividad. Periodo 1996-1997 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	116
Cuadro 5.18.	Superficies cosechada de hortalizas. Periodo 1996-1997 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	118
Cuadro 5.19.	Superficie cosechada en otoño-invierno de trigo y cebada. Periodo 1996-1997 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	122
Cuadro 5.20.	Superficie cosechada en primavera-verano y segundos cultivos, maíz y sorgo. Periodo 1996-1997 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	125
Cuadro 5.21.	Comparativo de superficies cosechadas de los principales cultivos. Periodo 1996-1997 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	129
Cuadro 5.22.	Comparativo de superficies cosechadas de los principales cultivos. Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”.....	129
Cuadro 5.23.	Cuota por servicio de riego y recaudación anual. Periodo 1984-1985 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	131
Cuadro 5.24.	Inversiones en conservación y mantenimiento. Periodo 1996-1997 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	133
Cuadro 5.25.	Rehabilitación y modernización. Inversiones y superficies beneficiadas Periodo 1995-1996 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	135
Cuadro 5.26.	Tecnificación en sistemas de aguas subterráneas. Superficies beneficiadas por módulo del Distrito de Riego 011.....	136

Cuadro 5.27.	Tecnificación en sistemas de aguas superficiales. Superficies beneficiadas por módulo del Distrito de Riego 011.....	137
Cuadro 5.28.	Ahorro de agua anual esperado con la tecnificación. Periodo 1995-1996 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	138
Cuadro 5.29.	Eficiencia de conducción y láminas de riego totales, Distrito de Riego 011. .	139
Cuadro 5.30.	Metas obtenidas con las acciones de rehabilitación y modernización. Periodo 1996-1997 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	144
Cuadro 6.1.	Productividad media de los factores que integran el modelo. Periodo 1996-1997 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	187
Cuadro 6.2.	Productividad marginal de los factores que integran el modelo. Periodo 1996-1997 a 2011-2012, Distrito de Riego 011.....	190

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 4.1.	Inversiones realizadas a nivel nacional dentro del PRMDR .....	27
Figura 4.2.	Evolución superficie física regada y volumen de agua utilizado Periodo 1957-1958 a 1983-1984.....	29
Figura 4.3.	Evolución superficie física regada y volumen de agua utilizado Periodo 1989-1990 a 2011-2012.....	29
Figura 4.4.	Evolución superficie, rendimiento y productividad de la tierra Periodo 1989-1990 a 2011-2012.....	30
Figura 4.5.	Evolución superficie, rendimiento y productividad del agua Periodo 1989-1990 a 2011-2012 .....	30
Figura 4.6.	Objetivos de la agricultura sustentable.....	70
Figura 4.7.	Ubicación por Estado de las organizaciones de usuarios beneficiadas. ....	86
Figura 5.1.	Ubicación de la Cuenca Lerma-Chapala en el territorio nacional .....	90
Figura 5.2.	Ubicación del D.R. 011 “Alto Río Lerma” dentro del Estado de Guanajuato ..	91
Figura 5.3.	Croquis del Distrito de Riego 011”Alto Río Lerma”.....	91
Figura 5.4.	Ubicación del D. R. 011 “Alto Río Lerma” en la R.H. Lerma-Chapala. ....	99
Figura 5.5.	Volumen bruto total y de aguas superficiales distribuido por año.....	101
Figura 5.6.	Acuíferos que interactúan con el D.R. 011 “Alto Río Lerma” .....	102
Figura 5.7.	Estados, regiones y ríos en la Cuenca Lerma-Chapala .....	105
Figura 5.8.	Superficie cosechada, hortalizas. ....	119
Figura 5.9.	Volumen de agua utilizado por hortalizas. ....	119
Figura 5.10.	Superficie cosechada en otoño-invierno, trigo y cebada.....	121
Figura 5.11.	Superficie cosechada y volumen utilizado otoño-invierno, trigo y cebada....	123
Figura 5.12.	Superficie cosechada primavera-verano y segundos cultivos, maíz, sorgo y frijol. ....	124
Figura 5.13.	Superficie cosechada de maíz en segundos cultivos y precipitación anual....	126
Figura 5.14.	Superficie cosechada de sorgo en segundos cultivos y precipitación anual....	126
Figura 5.15.	Volumen utilizado en primavera verano, total y por el maíz y sorgo. ....	127
Figura 5.16.	Volumen utilizado en segundos cultivos, total y por el maíz y sorgo.....	127
Figura 5.17.	Comparativo de superficies cosechadas de los principales cultivos. ....	128
Figura 5.18.	Evolución de la cuota por servicio de riego PC 2010.....	132
Figura 5.19.	Eficiencia de conducción y lamina bruta de riego. ....	140
Figura 5.20.	Eficiencia de conducción y volumen bruto distribuido.....	141
Figura 5.21.	Eficiencia de conducción y la conservación normal. ....	142
Figura 5.22.	Volumen de agua superficial distribuido y la conservación normal. ....	143
Figura 5.23.	Comportamiento de la productividad del agua y de la tierra.....	145
Figura 5.24.	Evolución en el rendimiento de los principales cultivos.....	146
Figura 5.25.	Rendimiento promedio y volumen de agua distribuido por fuente.....	147
Figura 5.26.	Precipitación vs rendimiento promedio y del sorgo y maíz. ....	147
Figura 5.27.	Superficie cosechada y física regada vs rendimiento promedio. ....	148
Figura 5.28.	Superficie modernizada vs superficie cosechada y rendimiento promedio....	148
Figura 5.29.	Superficie modernizada vs superficie y rendimiento hortalizas. ....	149
Figura 5.30.	Superficie modernizada vs superficie y rendimiento maíz y sorgo. ....	149
Figura 5.31.	Etapas en el desarrollo de un modelo econométrico. ....	162
Figura 5.32.	Técnicas de análisis de dependencia. ....	166
Figura 5.33.	Perturbaciones homoscedásticas. ....	170

Figura 5.34.	Perturbaciones heteroscedásticas.....	170
Figura 6.1.	Gráfica de Probabilidad Normal .....	179
Figura 6.2.	Residuos vs orden.....	179
Figura 6.3.	Bondad de ajuste .....	180
Figura 6.4.	Rendimiento (Y) vs Intensidad de uso de la tierra ( $I_R$ ).....	184
Figura 6.5.	Rendimiento (Y) vs volumen bruto total distribuido ( $W_D$ ) .....	186
Figura 6.6.	Productividad media del agua y volumen utilizado por fuente .....	188
Figura 6.7.	Productividad marginal de la inversión vs % superficie tecnificada .....	191
Figura 6.8.	Productividad marginal del agua vs % superficie tecnificada.....	191
Figura 6.9.	Productividad marginal del agua vs volumen utilizado por hectárea .....	192
Figura 6.10.	Relación aguas superficiales vs aguas subterráneas.....	194
Figura 6.11.	Disponibilidad relativa del agua ( $DRA_R$ ) vs volumen distribuido ( $W_D$ ).....	196
Figura 6.12.	Comportamiento de la $DRA_R$ si se hubiera respetado el limite de concesiones y acuerdos .....	197
Figura 6.13.	Disponibilidad relativa del agua ( $DRA_R$ ), Rendimiento de los cultivos (Y), Intensidad en el uso de la tierra ( $I_R$ ).....	198

## ÍNDICE DE VARIABLES

4.1. Incremento porcentual en la productividad del agua (IPP) .....	23
4.2. Superficie modernizada y/o tecnificada (SMT).....	23
4.3. Organizaciones de Usuarios beneficiadas OUB).....	23
4.4. Superficie modernizada (SMA).....	23
4.5. Superficie tecnificada (STP).....	23
4.6. Formalización de Anexos y/o Convenios (MPA).....	24
4.7. Presupuesto contratado (MPC).....	24
4.8. Presupuesto radicado (MPR).....	24
4.9. Función de producción.....	35
4.10. Función de beneficios.....	38
4.11. Función de producción Cobb-Douglas.....	41
4.12. Función de producción Cobb-Douglas linealizada .....	43
4.13. Productividad total de los factores (PTF).....	44
4.14. Productividad media (PMe).....	45
4.15. Productividad marginal (PMg) .....	45
5.1. Productividad del agua ( $I_V$ ) en $\$/m^3$ .....	153
5.2. Productividad del agua ( $I_V$ ) en $kg/m^3$ .....	154
5.3. Superficie modernizada ( $I_{STM}$ ) .....	155
5.4. Intensidad en el uso de la tierra ( $I_R$ ) .....	156
5.5. Disponibilidad relativa de agua ( $DRA_R$ ).....	157
5.6. Valores índice ( $I_{Xi}$ ).....	158
5.7. Tasa de variación anual (TVA).....	159
5.8. Tasa de crecimiento anual (TCA).....	159
6.1. Estimador de la relación empírica resultante( $\widehat{Y}$ ).....	182

## I. INTRODUCCION

La actividad agrícola representa en el país el principal uso consuntivo del agua, con el 77% del total del recurso asignado y/o concesionado. México cuenta con 30.22 millones de hectáreas en unidades agrícolas de producción, de las cuáles tan solo el 18% es de riego. <sup>1</sup>

México ocupa el sexto lugar mundial en términos de superficie con infraestructura de riego con 6.472 millones de hectáreas, de las cuales el 54.3% corresponde a 85 distritos de riego que dominan una superficie de aproximadamente 3.516 millones de hectáreas, y el restante a más de 39 mil unidades de riego con una superficie bajo riego de 2.956 millones de hectáreas.

De ahí que México haya elevado a rango de asunto de seguridad nacional, a la “Seguridad Alimentaria”, y dentro de este esquema, los Distritos de Riego son –sin duda- una pieza angular: pues el valor de su producción representa el 25.6 % del total del valor de la producción agrícola. <sup>2</sup>

Y aún y cuando, el valor de la producción obtenido<sup>3</sup> por hectárea en los Distritos de Riego es, en promedio, de 2.9 veces el que se obtiene en áreas de temporal, lo relativamente bajo de las eficiencias en el uso del agua de riego, la creciente demanda de agua del país para otros usos y su escasa disponibilidad en una amplia zona del territorio nacional, plantean una situación crítica en un país que requiere una mayor producción agrícola para cubrir sus necesidades alimentarias.

---

<sup>1</sup> Fuente: INEGI. VII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal

<sup>2</sup> Fuente: Sagarpa. Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (1980-2012). Valor promedio 1990-2012

<sup>3</sup> Fuente: Sagarpa. Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (1980-2012). Valor promedio 1990-2012

Luego, es insoslayable que la “Seguridad Alimentaria” y el uso sustentable del recurso hídrico pasa por un mejor aprovechamiento de la superficie bajo riego.

Paralelamente a lo anterior, se debe considerar que los grandes cambios que ha sufrido la ideología para la administración del país y sus políticas públicas, sin duda también han repercutido en la relación agua-agricultura y en el manejo de todo su entorno.

Es así, que en el año de 1989, a partir de la creación de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), se estableció una política para que la operación, conservación y administración de los Distritos de Riego (DR) se transfiriera a los usuarios, con el fin de lograr la autosuficiencia financiera y mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales agua y suelo.

Esta política pública quedó plasmada en el Programa Nacional para la Descentralización de los Distritos de Riego, derivado del Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, y donde se señala la conveniencia de formar órganos con participación social y privada, que se responsabilicen de estas acciones y el objetivo de que los Distritos de Riego sean financieramente autónomos y administrativamente independientes.

Con la promulgación de la nueva Ley de Aguas Nacionales en 1992, se da inicio a este proceso de transferencia de los Distritos de Riego a los usuarios, mismo que a la fecha se ha concluido prácticamente en su totalidad, quedando actualmente tan sólo un Distrito de Riego por transferir.



Este proceso, se ha dado a pesar de la renuencia de los usuarios a aceptar la infraestructura en las condiciones de deterioro que se encontraba y el gran requerimiento de inversión que eso suponía.

El deterioro de la infraestructura y el crecimiento natural de la demanda de agua, evidenciaron la necesidad de mejorar la eficiencia del uso del agua y la productividad.

Para responder a estas necesidades, en 1996 se crea, el “Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego” (PRMDR), el cual, mediante acciones de rehabilitación y tecnificación busca consolidar la transferencia a los usuarios, hacer un uso más eficiente del agua, contribuir a incrementar la productividad agrícola y mejorar la economía de la población rural.

La baja eficiencia es uno de los factores que puede poner en riesgo la producción agrícola y el abasto de insumos a la industria, además del abasto de agua potable. Es de esperarse que los efectos de los recursos invertidos para subsanar este escollo, a través de la rehabilitación de la infraestructura y la tecnificación parcelaria, sean cuantitativa y cualitativamente importantes y que, la magnitud de los recursos requeridos en proyectos como el que se presenta en esta investigación, hace imprescindible la realización de estudios que auxilien en la estimación de sus resultados.

Una revisión del impacto realmente obtenido por el proyecto, debe dar la pauta sobre la necesidad de replantear o no su ejecución e incluso, la determinación de profundizar en estudios de las variables que están afectando su desempeño y realizar su corrección.

Para abordar el presente estudio, se seleccionó un Distrito de Riego que pueda contener la suficiente información y tenga la importancia necesaria para ser representativo del programa. Por ello, como estudio de caso se ha seleccionado al Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”, Guanajuato, ubicado de manera estratégica dentro del territorio nacional, enclavado en el centro del país, en la región conocida como “El Bajío”, a la cual también se ha dado en llamar “El granero de México”; y es por su producción y superficie de riego, uno de los diez distritos de riego más grandes y antiguos de México.

La larga y compleja historia de ocupación y apropiación de los recursos naturales de la Cuenca Lerma – Chapala, dentro de la cual se ubica el Distrito de Riego 011, suscitó su transformación convirtiéndola en una de las regiones hidrológicas, económicas y sociales más importantes del país. Sin embargo, este crecimiento poco regulado se realizó a expensas del medio ambiente, teniendo como consecuencia el deterioro de los ecosistemas, la pérdida de servicios ambientales y el incremento de la vulnerabilidad de la cuenca.

Actualmente, esta cuenca, es asiento de más de 15 millones de habitantes distribuidos en los 5 estados que la comprenden: Guanajuato, Michoacán, Jalisco, México y Querétaro, cada uno de ellos con intereses y políticas diferentes, siendo cada vez mayor la presión que se ejerce por los recursos naturales, en particular el agua, lo que obliga a un manejo consciente, eficiente y eficaz de los mismos.

## **II. JUSTIFICACION.**

La consolidación de la agricultura de riego, por sus implicaciones en la estabilidad social y en la autosuficiencia alimentaria, continúa siendo un asunto estratégico, tanto para países desarrollados como en vías de desarrollo.

En México, el uso agrícola no sólo representa la mayor demanda del recurso hídrico en el país, sino que además, constituye un elemento fundamental para la estabilidad social y económica de la población, al abastecer -en alto porcentaje- de la materia prima para la alimentación de las personas y su ganado, además de contribuir -de manera significativa- al acopio de los insumos para los otros sectores productivos.

Cualquier aportación que tenga como finalidad mejorar o hacer más eficiente el uso de los recursos hídricos, se debe considerar como un ámbito de oportunidad para el cambio de paradigmas dentro del contexto económico y social de cualquier nación.

En especial, cuando la competencia entre los diversos usos se ha agudizado debido a la creciente demanda del mismo por una población en constante incremento y los problemas de baja eficiencia en el uso y manejo del recurso agua, tanto en la agricultura como en la distribución del agua potable.

El diagnóstico que se tiene sobre el uso del agua en la agricultura de riego es contundente, toda vez que en los distritos de riego y, aún más, en la gran mayoría de las unidades de riego, la eficiencia terminal alcanza valores que fluctúan apenas entre un 35 y un 45%.

Existe cierta conciencia de que el agua es un recurso natural finito y esencial para el desarrollo de las actividades básicas del hombre, pero al mismo tiempo, en forma paradójica, se tiene la tendencia a no asignar el valor real que implica su obtención y cuidado, lo que impide que se incentive su uso eficiente con una visión de sostenibilidad y sustentabilidad a futuro.

El cambio climático es un factor más, que ya incide en agravar las condicionantes de disputa por este bien preciado llamado agua. Sus efectos plantean escenarios acentuados de déficit y de exceso de precipitación que impactan e impactarán aún más en el grueso de la población, en especial, en el sector agrícola y ganadero y en los sectores más desprotegidos de la sociedad en general.

Por si lo anterior no fuera suficiente, persiste un gran rezago en la conservación de la infraestructura de conducción y de distribución existente dentro de los sistemas de riego, los cuales contribuyen a su deterioro y a la operación deficiente de los sistemas, lo que también repercute en el consumo excesivo de volúmenes de agua en las actividades agrícolas.

Como respuesta a lo anterior, en 1996 se crea el programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego, política del Estado Mexicano que tiene como objetivo específico utilizar de manera más eficiente el recurso del agua desde la red de conducción y distribución hasta la parcela, mediante acciones de rehabilitación y modernización de la infraestructura transferida en los Distritos de Riego y tecnificación del riego, a fin de reducir los volúmenes de agua empleados y contribuir a incrementar la productividad agrícola y mejorar la economía de la población rural. Todo ello con una amplia participación de los usuarios beneficiados en el financiamiento de las mismas y determinación de las prioridades.

Es frecuente que en las políticas gubernamentales de apoyo se tienda a establecer indicadores que permitan mostrar, con toda seguridad, que las acciones realizadas dentro de un programa, una estrategia, entre otros, cumplieron con sus metas, y que sin embargo, una vista rápida de la realidad muestre que ese cumplimiento puede no ir aparejado a la real consecución de los objetivos básicos para los que fue creada dicha política gubernamental.

La presente investigación busca evaluar el verdadero impacto de las acciones de los programas que inciden en la rehabilitación, modernización y/o tecnificación del Distrito de Riego 011, el cuál por su magnitud y condiciones es, a su vez, de los más importantes de la República Mexicana y de los más representativos: eficiencia media del uso del agua del 35.96%; productividad media del agua de 3.68 \$/m<sup>3</sup>; producción media del agua de 1.401 kg/m<sup>3</sup> y producción media de la tierra de 24,399.61 \$/ha <sup>4</sup>, valores estadísticos cambiantes en el tiempo pero representativos de la situación por la que atraviesan casi todos los distritos de riego del país.

Esta investigación representa un primer paso hacia la consecución de objetivos mayores y más ambiciosos y pretende ser un instrumento de apoyo para la toma de decisiones en las políticas de inversión de los recursos destinados a la rehabilitación y modernización de la infraestructura de riego, al proporcionar elementos alternos de análisis.

---

<sup>4</sup> Elaboración propia tomando como base las estadísticas proporcionadas por la Gerencia de Distritos de Riego. Para la obtención del promedio se considera la información de los años 1996-1997 a 2011-2012. Los valores son a Precios Constantes de 2010

### **III. HIPOTESIS Y OBJETIVOS.**

#### **3.1. HIPÓTESIS.**

El Programa de Rehabilitación y Modernización del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” ha contribuido al incremento de la producción agrícola y de la productividad del agua.

#### **3.2. Objetivo General.**

Analizar el impacto del programa de rehabilitación y modernización del Distrito de Riego 011 en la productividad del agua, el volumen de agua utilizado para el riego y la producción agrícola.

#### **3.3. Objetivos específicos.**

- Analizar la evolución de la producción agrícola, el estado de la infraestructura y la productividad del agua en el Distrito de Riego 011 tras la puesta en marcha de los programas de apoyo para rehabilitar, modernizar y tecnificar la infraestructura.
- Estimar, a través del desarrollo de un modelo econométrico, la injerencia de las acciones de conservación, rehabilitación y tecnificación, entre otros factores, en la producción agrícola del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”.
- Evaluar la pertinencia de los indicadores utilizados para su valoración como herramienta metodológica para diagnosticar el cumplimiento del programa en casos semejantes y realizar la predicción del impacto en la productividad marginal de nuevas inversiones.

#### **IV. REVISION DE LITERATURA.**

La revisión de literatura se enfocó a profundizar en el conocimiento de las bases y fundamentos del programa a evaluar, sus características e indicadores; entender la Teoría de la Producción, las relaciones entre los insumos y productos o factores que componen una función de producción, los criterios de construcción de los indicadores y el uso de los mismos en las funciones de producción, la metodología para estimar los factores de la producción y las herramientas existentes para ello; el esquema del valor del agua de riego en relación a su productividad y por supuesto, a conocer los trabajos existentes sobre la materia y el enfoque que han tenido así como el estado del arte en relación al uso de estimadores de producción para evaluar el impacto a través de la productividad de los factores e insumos que intervienen en la producción agrícola.

##### **4.1. Marco de Referencia: los programas de apoyo gubernamental.**

En los 80's, los cambios en el balance político mundial y en la gestión de la economía repercuten en México, es así que de 1986 a 1990, la política agropecuaria estuvo sujeta a reformas originadas por el proceso de apertura comercial, que se inició en 1986 con la adhesión de México al General Agreement on Tariffs and Trade (GATT).

Hacia finales de esa década, el Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Nacional para la Descentralización de los Distritos de Riego señalan la conveniencia de formar órganos con participación social y privada, que se responsabilicen de la operación, conservación y administración de los Distritos de Riego con la mira de que sean financieramente autónomos y administrativamente independientes.

1990, da inicio el proceso de transferencia de los Distritos de Riego a los usuarios en medio de su renuencia a aceptar la infraestructura en las condiciones de deterioro que se encontraba y la fuerte inversión requerida para su rehabilitación. La rapidez de las reformas y la supresión de apoyos estatales, condujo al descenso en la rentabilidad de la agricultura, la cual comenzaba a ser sometida a una mayor competencia por la apertura del país hacia las importaciones.

1993, ASERCA<sup>5</sup> diseña y pone en operación el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO), que, conforme al decreto de creación, constituye un mecanismo para transferir recursos en apoyo de la economía de los productores rurales. En la parte final del año, México firma el Tratado de Libre Comercio con Canadá y los Estados Unidos de América (TLCAN) el cual entró en vigor el 1° de enero de 1994.

1994, se crea la Alianza para el Campo donde se ofertan subsidios y apoyos buscando responder al reclamo de apoyo de los productores, para mejorar la productividad del campo mexicano y contribuir al bienestar de la población del sector rural.

1996, se crea el “Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego” (PRMDR), el cual, mediante acciones de rehabilitación y tecnificación busca consolidar la transferencia a los usuarios, hacer un uso más eficiente del agua, contribuir a incrementar la productividad agrícola y mejorar la economía de la población rural.

---

<sup>5</sup> Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (**ASERCA**), es un Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (**SAGARPA**), creado a través de un decreto presidencial del 16 de abril de 1991, con el propósito de contar con un instrumento para el impulso a la comercialización de la producción agropecuaria en beneficio de los productores del campo, de frente a la apertura externa y la liberación de los mercados.



#### **4.1.1. El programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego (PRMDR).**

Propuesto, desde su origen, como una acción de política pública para mejorar el uso del agua, incrementar la producción y alcanzar la sustentabilidad, tiene como objetivo:

*Contribuir a mejorar la productividad del agua en el sector agrícola, mediante acciones de rehabilitación y modernización de la infraestructura hidroagrícola y la tecnificación de los sistemas de riego de los Distritos de Riego, con el propósito de hacer frente a la creciente demanda de los productos agrícolas buscando elevar la eficiencia en el uso del agua y mejorar la economía de la población rural.<sup>6</sup>*

Ahora bien, los conceptos de modernización de la infraestructura y rehabilitación han sido definidos en los Lineamientos<sup>7</sup> del programa de apoyo; como se transcribe a continuación:

***Modernización de infraestructura hidroagrícola*** “Es el conjunto de acciones tendientes a introducir nuevas tecnologías en las obras de cabeza, redes de conducción y distribución, y sus respectivas estructuras de control y medición hasta nivel inter-parcelario, para el manejo eficiente del recurso agua y mejorar el servicio de riego”.

***Rehabilitación de infraestructura hidroagrícola*** “Es el conjunto de acciones que tienen por objeto restablecer las condiciones originales de funcionamiento en las obras de cabeza, redes de conducción y distribución, y sus respectivas estructuras de control y medición hasta nivel inter-parcelario, así como la red de drenaje y caminos de operación”.

---

<sup>6</sup> Manual de Operación del Programa de Rehabilitación, Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego, 2012. Componente Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego.

<sup>7</sup> CONAGUA. 2012. “ACUERDO por el que se dan a conocer los Lineamientos específicos de operación del proyecto estratégico de Modernización y Tecnificación de Distritos y Unidades de Riego”. México, Distrito Federal

#### 4.1.2. Periodo 2007-2012.

Para este periodo el Gobierno Federal evalúa los resultados y metas alcanzados con el programa hasta el año 2006 y plantea como metas sexenales alcanzar 1.430 millones de hectáreas de riego modernizadas en Distritos de Riego al final del sexenio e incrementar la productividad del agua, utilizada en los mismos, en un 2.8% anual, y pasar de 1.41 kg/m<sup>3</sup> en el año 2006 a 1.66 kg/m<sup>3</sup> en el año 2012

En el **Cuadro 4.1** se consignan las metas del Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego para el periodo 2007-2012.

**Cuadro 4.1. Metas Nacionales.**

<b>Indicador</b>	<b>Universo o Meta Ideal</b>	<b>Valor al año 2006</b>	<b>Meta del periodo 2007-2012</b>	<b>Meta acumulada al año 2012</b>
Incremento de la productividad del agua en Distritos de Riego (kg/m <sup>3</sup> )	2.10	1.41	0.25	1.66
Hectáreas modernizadas	3,500,000	811,372	619,266	1,430,638

#### 4.1.3. Indicadores oficiales.

Los indicadores definidos en la Matriz del Marco Lógico del Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego son, de acuerdo con los artículos 74, 75 Y 78 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y 180 de su Reglamento, los parámetros utilizados para medir el logro de los objetivos de los programas o componentes.

Estos indicadores son:

Incremento porcentual en la productividad del agua (IPP) en distritos de riego con respecto al Programa Nacional Hidráulico (PNH) <sup>8</sup>

$$IPP_i = \frac{\sum_{j=1}^n PA_{ij}}{\sum_{j=1}^n PA_{ij-PNH}} * 100 \quad (4.1)$$

Superficie modernizada y/o tecnificada en distritos de riego (SMT), con respecto al PNH

$$SMT_i = \frac{\sum_{j=1}^n (SM_{ij} + ST_{ij})}{\sum_{j=1}^n (SM_{ij-PNH} + ST_{ij-PNH})} * 100 \quad (4.2)$$

Organizaciones de usuarios de los Distritos de Riego beneficiadas (OUB)) con acciones de las componentes, con respecto al total de organizaciones de usuarios de los distritos de riego

$$OUB_i = \frac{\sum_{j=1}^n OB_{ij}}{\sum_{j=1}^n OUDR_j} * 100 \quad (4.3)$$

Superficie modernizada (SMA), en distritos de riego, con respecto al PNH

$$SMA_i = \frac{\sum_{j=1}^n (SM_{ij})}{\sum_{j=1}^n (SM_{ij-PNH} + ST_{ij-PNH})} * 100 \quad (4.4)$$

Superficie tecnificada (STP), en distritos de riego, con respecto al PNH

$$STP_i = \frac{\sum_{j=1}^n (ST_{ij})}{\sum_{j=1}^n (SM_{ij-PNH} + ST_{ij-PNH})} * 100 \quad (4.5)$$

---

<sup>8</sup> PNH: Programa Nacional Hidráulico 2007-2012

Monto del presupuesto formalizado en Anexos y/o Convenios (MPA), con respecto al presupuesto autorizado a formalizar

$$MPA_i = \frac{\sum_{j=1}^n MP_{ij}}{\sum_{j=1}^n MPP_{ij}} * 100 \quad (4.6)$$

Monto del presupuesto contratado (MPC) con respecto al presupuesto autorizado a formalizar

$$MPC_i = \frac{\sum_{j=1}^n MC_{ij}}{\sum_{j=1}^n MPP_{ij}} * 100 \quad (4.7)$$

Monto del presupuesto radicado (MPR) con respecto al presupuesto autorizado a formalizar en Anexos

$$MPR_i = \frac{\sum_{j=1}^n MR_{ij}}{\sum_{j=1}^n MPP_{ij}} * 100 \quad (4.8)$$

Dónde:

- IPP<sub>i</sub>= Incremento porcentual en la productividad del agua en el año i, adimensional.
- PA<sub>ij</sub>= Productividad del agua alcanzada en el año i en el Distrito de Riego j, kg/m<sup>3</sup>.
- PA<sub>ij-PNH</sub>= Productividad del agua consignada como meta por el PNH en el año i para el Distrito de Riego j, kg/m<sup>3</sup>.
- SMT<sub>i</sub>= Incremento porcentual en la Superficie modernizada y/o tecnificada en el año i, adimensional.
- SM<sub>ij</sub>= Superficie modernizada en el año i en el Distrito de Riego j, ha.
- ST<sub>ij</sub>= Superficie tecnificada a nivel parcelario el año i en el Distrito de Riego j, ha.
- OUB<sub>i</sub>= Porcentaje de organizaciones de usuarios beneficiadas en el año i, adimensional.
- OB<sub>ij</sub>= Número de organizaciones de usuarios beneficiadas en el año i en el Distrito de Riego j, adimensional.
- OUDR<sub>j</sub>= Número de organizaciones de usuarios existentes en el Distrito de Riego j, adimensional.
- SMA<sub>i</sub>= Incremento porcentual en la superficie modernizada en el año i, adimensional.

$STP_i$ =	Incremento porcentual en la superficie tecnificada a nivel parcelario en el año i, adimensional.
$MPA_i$ =	Porcentaje del presupuesto formalizado en Anexos y/o Convenios, respecto del presupuesto autorizado a formalizar en el año i, adimensional.
$MP_{ij}$ =	Monto del presupuesto formalizado en Anexos y/o Convenios en el año i para el Distrito de Riego j, \$.
$MPP_i$ =	Monto del presupuesto autorizado a formalizar en Anexos y/o Convenios en el año i para el Distrito de Riego j, \$.
$MPC_i$ =	Porcentaje del presupuesto contratado, respecto del presupuesto autorizado a formalizar en el año i, adimensional.
$MC_{ij}$ =	Monto del presupuesto contratado en el año i para el Distrito de Riego j, \$.
$MPR_i$ =	Porcentaje del presupuesto radicado, respecto del presupuesto autorizado a formalizar en el año i, adimensional.
$MR_{ij}$ =	Monto del presupuesto radicado en el año i para el Distrito de Riego j, \$..

#### 4.1.4. Características de los apoyos.

De conformidad con las Reglas de Operación del PRMDR<sup>9</sup>, los apoyos se otorgan por única vez para:

Infraestructura:

- Rehabilitar o modernizar canales.
- Rehabilitar drenes y caminos de operación.
- Rehabilitar, relocalizar o reponer pozos de propiedad federal y pozos de propiedad particular ubicadas dentro de la jurisdicción de Distritos de riego, o supervisados por alguna Jefatura de Distrito de Riego.
- Rehabilitar o modernizar plantas de bombeo de propiedad federal.
- Controlar malezas acuáticas en presas y cuerpos de agua de los distritos de riego.
- Instalar drenaje parcelario subterráneo.

---

<sup>9</sup> Reglas de Operación para los Programas de Infraestructura Hidroagrícola y de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a cargo de la Comisión Nacional del Agua,. D.O.F. 2011-12-29

- Construir, adquirir e instalar equipo de medición y control del agua.
- Rehabilitar o modernizar estructuras de medición y control del agua.
- Rehabilitar y/o construir estructuras de protección y rehabilitar bordos de protección en la red de distribución de agua.
- Instalar Sistemas de riego que reduzcan los volúmenes de agua empleados, como pueden ser los de riego en baja y alta presión o riego a la demanda.
- Agricultura controlada de bajo consumo de agua, hasta una hectárea por usuario, dando prioridad a los distritos de riego, sobredimensionados o sobre-concesionados y/o ubicados en acuíferos sobreexplotados, definidos por la CONAGUA.

#### Capacitación:

- Realizar capacitación a través de instituciones de enseñanza e investigación reconocidas, o por asociaciones o empresas calificadas, en aspectos inherentes a la rehabilitación y modernización de infraestructura y tecnificación del riego.
- Promover la promoción para la Organización Empresarial en Distritos de Riego, a fin de proporcionar a los usuarios de las ACU y SRL asesoría, capacitación y acompañamiento para fortalecer su desempeño en la gestión organizacional y empresarial, para lo cual se atenderá lo que se establezca en el Manual de Operación de esta Componente.
- En casos especiales, desde el punto de vista integral del recurso agua, se podrán realizar cursos de capacitación dirigidos a las ACU y SRL y a la promoción para la Organización Empresarial en Distritos de Riego, a través de la Asociación Nacional de Usuarios de Riego, A.C., con cargo a los gastos de operación de esta Componente, previa autorización de la Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola.

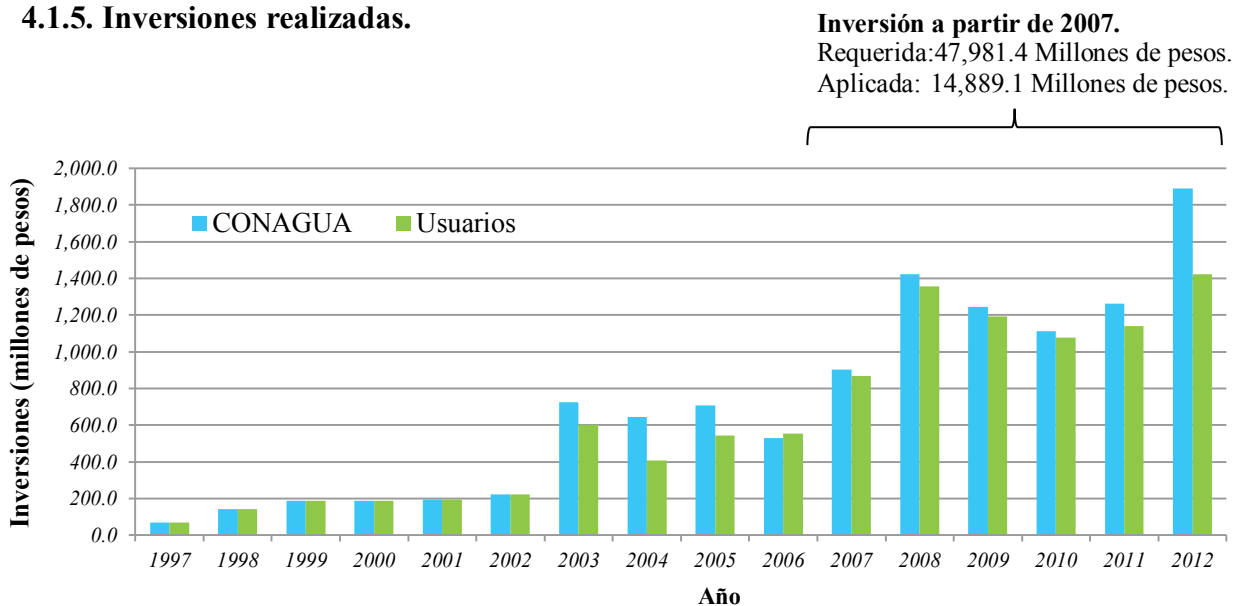
Equipo:

- Adquirir e instalar equipo y mecanismos para estructuras de control y medición del agua.
- Adquirir e instalar estaciones agro-climatológicas para el pronóstico del riego en tiempo real.
- Adquirir e instalar equipo de medición para pozos profundos de propiedad federal o particular ubicados en la jurisdicción del distrito de riego.
- Adquirir e instalar equipo de medición para plantas de bombeo de propiedad federal.

Proyectos, Estudios y Supervisión:

- Elaborar proyectos ejecutivos de las obras correspondientes y estudios.
- Supervisar acciones de esta componente.

#### 4.1.5. Inversiones realizadas.



**Figura 4.1. Inversiones realizadas a nivel nacional dentro del Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego<sup>10</sup>**

<sup>10</sup> Libro Blanco del Programa Rehabilitación, Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego, Periodo 2007-2012. CONAGUA. Distrito Federal, México y estimaciones de la inversión requerida de la Gerencia de Distritos de Riego. El recurso está en precios nominales.

En la **Figura 4.1** se representan las inversiones realizadas, a nivel nacional, a partir del inicio y hasta la fecha en el programa de rehabilitación y modernización de Distritos de Riego. De acuerdo con el reporte oficial<sup>11</sup>, con la inversión aplicada en el periodo 2007-2012 se modernizaron 454,054 ha y tecnificaron 117,472 ha, haciendo un total de 571,526 ha beneficiadas.

#### 4.1.6. Resultados obtenidos.

Conforme a los indicadores definidos en la Matriz de Marco Lógico, la evaluación de los resultados del programa en el periodo 2007-2012, se muestra en el **Cuadro 4.2**.

**Cuadro 4.2. Resultados obtenidos para los indicadores definidos en la Matriz del Marco Lógico<sup>11</sup>**

Ejercicio	IPP	SMT	OUB	SMA	STP	MPA	MPC	MPR
2007	100.00	15.33	51.02	13.00	2.32	100.00	100.00	100.00
2008	98.00	38.90	55.71	30.55	8.35	100.00	100.00	100.00
2009	89.00	56.08	55.10	45.16	10.92	100.00	100.00	100.00
2010	98.00	74.21	56.12	58.82	15.39	100.00	100.00	100.00
2011	75.00	87.18	55.51	69.21	17.97	100.00	100.00	100.00
2012	107.83	92.29	56.12	73.22	18.97	100.00	100.00	100.00

<sup>11</sup> Fuente:

Libro Blanco del Programa Rehabilitación, Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego, Periodo 2007-2012. CONAGUA. Distrito Federal, México.

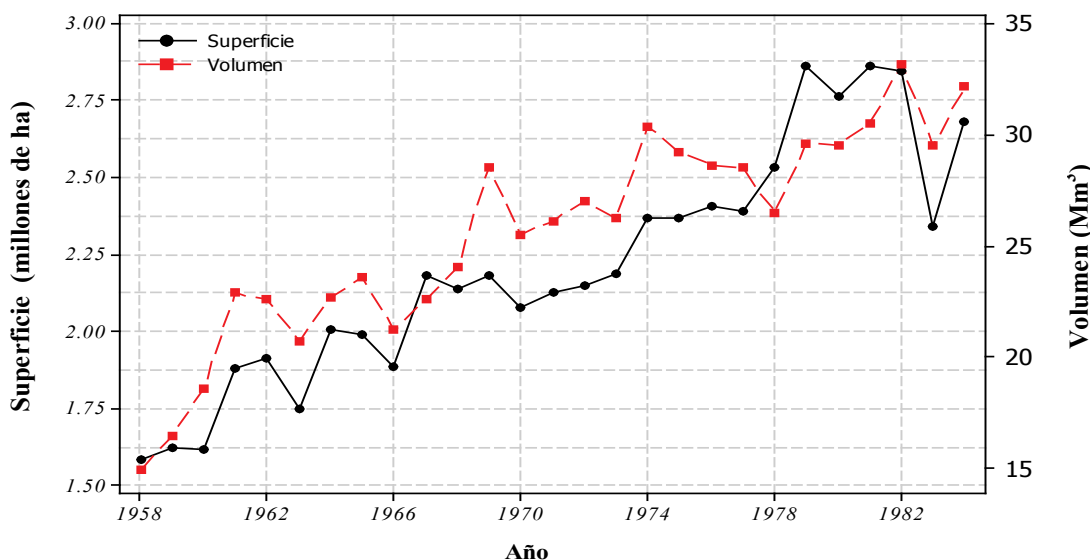
Significado de los encabezados del Cuadro 4.2:

- IPP: Incremento porcentual en la productividad del agua en el año i, adimensional.
- SMT: Incremento porcentual en la Superficie modernizada y/o tecnificada en el año i, adimensional.
- OUB: Porcentaje de organizaciones de usuarios beneficiadas en el año i, adimensional.
- SMA: Incremento porcentual en la superficie modernizada en el año i, adimensional.
- STP: Incremento porcentual en la superficie tecnificada a nivel parcelario en el año i, adimensional.
- MPA: Porcentaje del presupuesto formalizado en Anexos y/o Convenios, respecto del presupuesto autorizado a formalizar en el año i, adimensional.
- MPC: Porcentaje del presupuesto contratado, respecto del presupuesto autorizado a formalizar en el año i, adimensional.
- MPR: Porcentaje del presupuesto radicado, respecto del presupuesto autorizado a formalizar en el año i, adimensional.

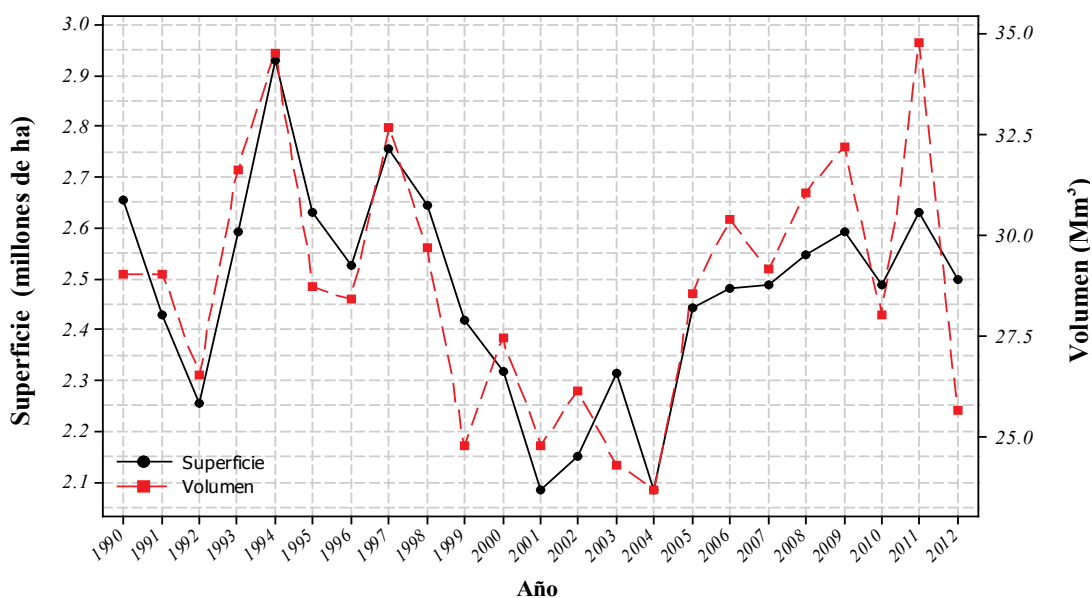
Los indicadores SMT, SMA y STP, los datos reflejan la situación al 31 de agosto de 2012.



La evolución de la superficie física regada y el volumen empleado en el periodo 1957-1958 a 1983-194 y de 1989-1990 a 2011-2012 puede observarse en las **Figuras 4.2** y **4.3**, respectivamente.



**Figura 4.2. Evolución superficie física regada y volumen de agua utilizado**<sup>12</sup>  
**Periodo 1957-1958 a 1983-1984**

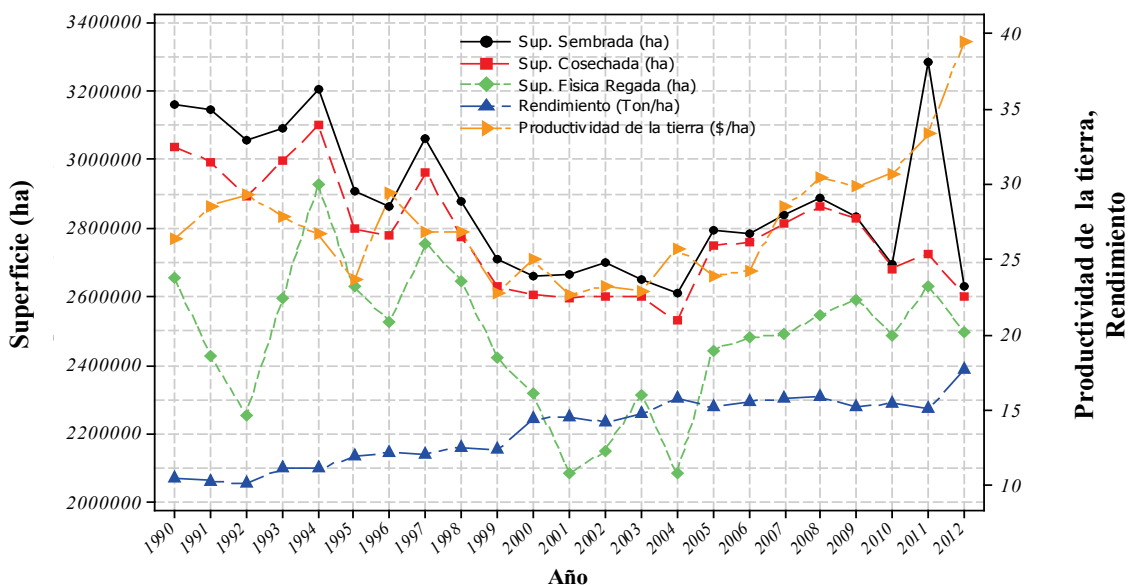


**Figura 4.3. Evolución superficie física regada y volumen de agua utilizado**<sup>13</sup>  
**Periodo 1989-1990 a 2011-2012**

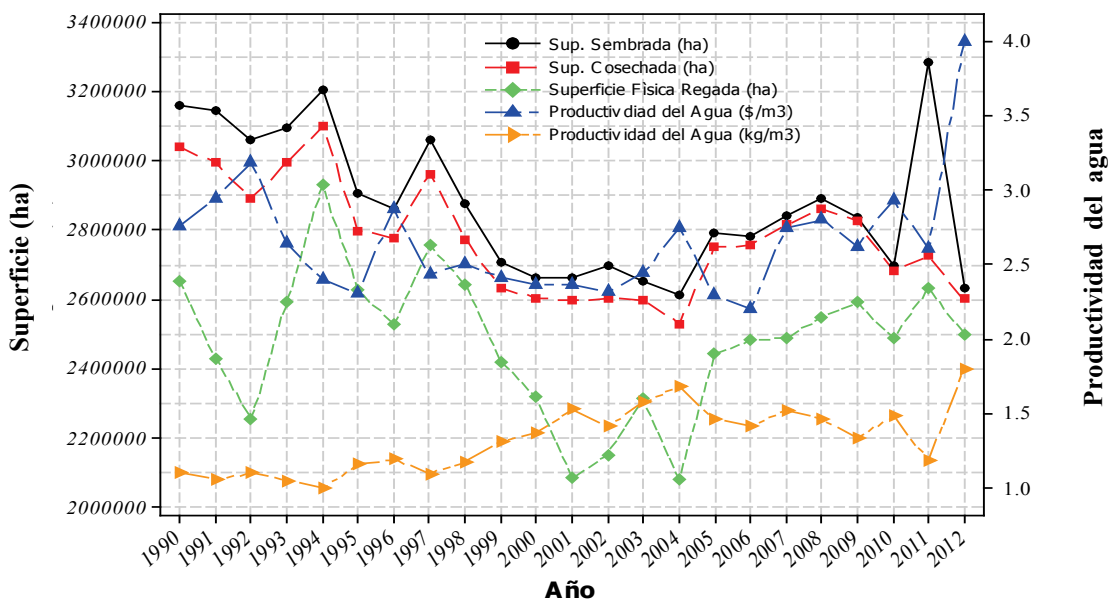
<sup>12</sup> Elaboración propia, Fuente: Estadísticas agrícolas proporcionadas por la Gerencia de Distritos de Riego.

<sup>13</sup> Elaboración propia, Fuente: Estadísticas agrícolas proporcionadas por la Gerencia de Distritos de Riego.

La evolución de la productividad del agua y de la tierra en el periodo de 1989-1990 a 2011-2012 se presenta en las Figuras 4.4 y 4.5 respectivamente.



**Figura 4.4. Evolución superficie, rendimiento y productividad de la tierra <sup>14</sup>**  
**Periodo 1989-1990 a 2011-2012**



**Figura 4.5. Evolución superficie, rendimiento y productividad del agua <sup>15</sup>**  
**Periodo 1989-1990 a 2011-2012**

<sup>14</sup> Elaboración propia, Fuente: Estadísticas agrícolas proporcionadas por la Gerencia de Distritos de Riego. Precios Constantes 2010.

<sup>15</sup> Elaboración propia, Fuente: Estadísticas agrícolas proporcionadas por la Gerencia de Distritos de Riego. Precios Constantes 2010.

## **4.2. Marco Teórico.**

Un aspecto de gran importancia en la actividad agrícola es el análisis de la producción en términos de eficiencia; tanto técnica como económica, y de sustentabilidad. El desarrollo de metodologías paramétricas se fundamentan en la estimación de funciones de producción mediante las que se establecen las relaciones entre factores y productos, y se procede a la mejora en la toma de decisiones.

La actividad agrícola se sustenta en un entorno ecológico cambiante, con procesos interrelacionados, dinámicos e inestables, lo que hace que su estudio sea de gran complejidad. La planificación y toma de decisiones, en consecuencia, no debe efectuarse sin considerar la variabilidad que muestran los elementos que intervienen en su funcionamiento (Acero *et al.*, 2004).

A pesar de la similitud de un modelo con otro, no existen resultados iguales entre ellos; esto se debe a que la empresa agropecuaria es un sistema especial, como lo señala la Teoría General de Sistemas (Dent y Anderson, 1974). Al analizar el comportamiento de un sistema productivo se estudian las variables relevantes, así como su variabilidad y la abstracción realizada permite la proyección de los resultados con mayor facilidad.

A continuación, se presentan algunos aspectos generales que constituyen la base para realizar la evaluación objetivo de la presente investigación, como son: la Teoría de la producción, los modelos econométricos, las relaciones funcionales y los indicadores.

#### 4.2.1. Teoría de la Producción.

Dentro de la teoría microeconómica, la Teoría de la Producción constituye un elemento clave como punto de partida para la construcción de la llamada *Teoría de la Empresa*, la cual se refiere al estudio de la conducta del productor y a las decisiones de la oferta.

La mayoría de los modelos económicos relacionados con el comportamiento del productor se basan en el supuesto de que las relaciones de la empresa son siempre motivadas por la búsqueda de máximos beneficios. Sin embargo, las empresas están sujetas a diversas restricciones, entre las que se puede mencionar:

- Las de tipo burocrático: controles de precio, leyes anti-monopólicas, reglamentos sobre la tasa de retorno de la inversión e impuestos.
- Las de mercado: salarios y costos de capital, materias primas y otros insumos, la demanda de los productos de la empresa y el grado de competitividad.
- Las de tipo tecnológicas.

“La **Teoría de la Producción** es una descripción de relaciones técnicas entre insumos y productos finales; supone el conocimiento de soluciones técnicas, usando la tecnología más reciente y tratando de obtener la máxima producción con una mezcla establecida a partir de recursos”.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Call, S. T. y Holahan, W. L. 1985. Microeconomía. Interamericana, México, D.F. pp.158

Las relaciones técnicas, consignan una representación algebraica de la manera en que se relacionan estadística y teóricamente las variables involucradas.

Al plantear un modelo, uno de los aspectos fundamentales consiste en la correcta especificación de la o las ecuaciones del mismo. Esto tiene que ver con la correcta aplicación de las transformaciones algebraicas a las series originales, como puede ser la representación de las variables originales en logaritmos, primeras diferencias, tasas de variación o de crecimiento, rezagos y uso de proporciones.

Especial atención tiene el tratamiento de los efectos dinámicos o inter-temporales entre variables diferentes y entre sí mismas, el cual frecuentemente se maneja con la introducción de retardos. Esta consideración es importante porque en la realidad los efectos no ocurren de una vez y se terminan de inmediato.

Las formas o relaciones funcionales se clasifican en lineales, logarítmicas o semi-logarítmicas. En la forma funcional lineal se expresan todas las variables en niveles o unidades originales, por su parte, la forma funcional lineal-log se utiliza cuando las relaciones entre variables no son lineales. Particularmente cuando se observa que la variable dependiente se incrementa asimétricamente respecto a la o las variables explicativas.

#### **4.2.2. Función de Producción.**

En este orden de ideas, la función de producción es definida como la relación técnica entre las cantidades utilizadas de los factores de producción (principalmente la tierra, la mano de obra y el capital) y la cantidad producida de un bien.

Matemáticamente queda expresada como:

$$Q = F(X_i)$$

Las funciones de producción nos indican que cantidad de producto se va a obtener con una cantidad determinada de insumos en cierta actividad productiva, es decir, relaciona cantidades de insumos con cantidades de producción.

Las funciones de producción pueden ser muy simples o muy complejas, dependiendo de qué se quiere expresar.

Las funciones de producción son solo una simplificación de la realidad y, dependen de muchos factores, como el tipo de bien que se produce, la tecnología disponible, la especialización de los trabajadores, entre otros.

Las funciones de producción establecen, básicamente, relaciones entre combinaciones de ciertos insumos relevantes con la producción generada por éstos (Bichara, 1990).

Existen tres clases de métodos para encontrar el tipo de relación existente entre las variables utilizadas en una función de producción:

- **Series de Tiempo.** Basado en un análisis estadístico de datos en el tiempo, para varios insumos utilizados y la producción generada en cada una de las observaciones en el periodo de tiempo bajo estudio.

- **Datos Atemporales o Corte Transversal.** Análisis estadístico que relaciona las variables tomando observaciones en un momento definido del tiempo.
- **Experimentación Controlada.** Utilizado para observaciones temporales o atemporales, la información se obtiene mediante experimentos sujetos a control. Este método es el único que cumple con el supuesto del modelo de regresión lineal que considera a variables independientes como no estocásticas.

La función de producción o relación funcional entre los insumos y el producto final, adicionalmente describe la tasa a la cual los recursos son transformados en un producto. Según Palacios (2011) es posible construir un modelo que explique la transformación de insumos y recursos ( $X_i$ ) en productos ( $Q$ ) del tipo:

$$Q = F(X_1, X_2, X_3, X_4 \dots X_n) \quad (4.9)$$

Los supuestos básicos en los que se sustenta son:

- 1)  $F(X_1, 0, X_3, X_4 \dots X_n) = 0, \forall X_2$  Es decir, sólo es posible obtener algo de producto usando una mínima cantidad de  $X_2$ . Aunque este supuesto se usa comúnmente no es esencial para la discusión de funciones de producción.
- 2)  $F'_{X_1}, F'_{X_2}, \dots F'_{X_n} > 0$ , es decir, las productividades marginales de las variables explicativas son positivas.

- 3)  $F'_{X_1X_1}, F'_{X_2X_2}, \dots, F'_{X_nX_n} < 0$  es decir, las productividades marginales son decrecientes, tal como establece la ley de los rendimientos decrecientes.
- 4)  $F(\lambda X_1, \lambda X_2, \lambda X_3, \lambda X_4 \dots \lambda X_n) = \lambda F, \forall \lambda$  es decir, se supone que los rendimientos de escala son constantes, lo que implica que la función de producción será una función homogénea.

En el caso de funciones de producción que utilizan el producto de sus variables explicativas el supuesto básico de rendimientos de escala también puede expresarse como: *Cuando la suma de los exponentes de la función es igual a la unidad, significa que existen rendimientos constantes a escala.* Es decir, que al aumentar en un mismo porcentaje la cantidad de cada insumo utilizando la proporción se incrementará en un porcentaje igual al del incremento de los insumos.

Esta condición no es limitativa, pues una función de rendimientos de escala decreciente puede ser representada por una función de rendimientos de escala constantes en la que se introduce formalmente un factor de producción adicional llamado “mítico” o factor “limitante”.

El uso de funciones de producción agrícola se originó en el trabajo metodológico de Tintner (1944) y una aplicación de Tintner y Brownlee (1944) que apareció como un documento breve en la sección Notas de la Revista “Journal of Farm Economics”, seguidos por un estudio completo de Heady (1946).



Todos estos trabajos se encontraron influenciados por el trabajo de Cobb y Douglas de 1928. Las entradas a la función de producción incluyeron tierra, equipo, ganado, alimento, gastos de funcionamiento.

Un problema inicial fue la variabilidad de las elasticidades encontradas para el factor tierra sin que pudieran explicarse en la práctica. Marschak y Andrews (1944) concluyen que las entradas son endógenas y por lo tanto que las estimaciones de la función de producción iniciales se encontraban sesgadas careciendo el resultado de robustez. El papel de Marschak y Andrews fue ampliar el alcance del análisis mediante la introducción de las cuestiones relacionadas con las propiedades estadísticas de las estimaciones.

#### **4.2.3. Función de Beneficios.**

De acuerdo con Intriligator (1990), la teoría neoclásica de la empresa postula que el objetivo de la misma consiste en maximizar los beneficios mediante la elección apropiada de los niveles de insumos, dada la función de producción y dados el precio del producto y los precios de los insumos.

Una función de beneficios (también llamada de utilidad o de ganancia) para que esté bien definida debe cumplir con lo siguiente:

- Es no decreciente en el precio del producto, esto es que se incrementa al elevarse el precio del producto ó no decrece; así mismo, es no creciente en el precio de los factores o insumos que forman parte de la restricción del costo total.

- Es convexa en el precio del producto y cóncava en el de los factores con el fin de garantizar un punto que maximiza beneficios o minimiza costos.
- Es homogénea de grado 0 en precios del producto e insumos.
- Es continua, esto es que existe en todos los tramos. Esto permite conocer la demanda del insumo en cada punto.

Si se define al beneficio neto ( $\Pi$ ) obtenido por los productores como la diferencia entre el valor de la producción y los costos para su obtención. Entonces:

$$\widehat{\Pi}_t = \overline{PMR}_t * \widehat{F}(X_i)_t - \sum_i^n W_i x_i \quad (4.10)$$

Dónde:

$\Pi$ : Es el estimador del beneficio neto obtenido en el año agrícola t.

$\widehat{F}(X_i)$ : Es el estimador de producción ( $\widehat{Q}$ ), expresado como relación técnica de los factores de la producción  $X_i$

$PMR_i$ : Precio medio rural del cultivo i. Cantidad de dinero en la que se comercializa generalmente cada producto agrícola por unidad de peso, o precio de concertación pactado a nivel parcela, \$/Ton.

$x_i$ : Es el i-ésimo insumo de producción.

$W_i$ : Es el costo de producción del i-ésimo insumo.

Para un año agrícola dado, podemos definir al valor de la producción como la suma de los productos que se obtienen al multiplicar el precio medio rural de cada cultivo (precio al productor) por su producción anual.

$$\begin{aligned} V &= F(PMR_i X_i) \\ &= \overline{PMR}_i * F(X_i) \\ &= \overline{PMR}_i * Q \end{aligned}$$

Por otra parte, los costos de producción se definen como la suma del valor monetario de los recursos o insumos utilizados, por unidad de superficie, para obtener la cosecha del cultivo  $i$ , durante el año agrícola.

Normalmente comprende los gastos de explotación agrícola y de los predios: la preparación del terreno; la siembra; la fertilización; las labores culturales; el costo del riego; el costo de plaguicidas y de los trabajos implícitos para el control de plagas; el combate a enfermedades y malezas; el costo de la cosecha, entre otros.

No considera las transferencias, es decir los impuestos, intereses y la renta de la tierra.

Sea:

$$C = F(W_i x_i)$$

Dónde:

$C$ : Es la función de los costos de los insumos de producción  $x_i$ .<sup>17</sup>

$W_i$ : Es el costo del  $i$ -ésimo insumo de producción  $x_i$ .

El máximo beneficio será obtenido al maximizar la relación:

$$\widehat{\Pi}_t = \overline{PMR}_t * \widehat{F}(X_1, X_2, X_3, X_4 \dots X_n)_t - \sum_i^n W_i x_i$$

El comportamiento maximizador puede obtenerse mediante el cálculo y debe cumplir las siguientes condiciones:

- El valor del producto marginal de cada factor debe ser igual a su precio PMR, o bien, el ingreso marginal de cada actividad debe ser igual a su costo marginal  $W_i$ , es decir:

$$PMR_i \frac{\delta f(X^*)}{\delta x_i} = W_i$$

---

<sup>17</sup> En la presente investigación los costos de producción por cultivo ( $C_{pi}$ ) para el Estado de Guanajuato, provienen del Sistema de Costos de Producción (VIOCS) del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) del Gobierno Federal, para los ciclos 2005 a 2007, los cuales fueron actualizados al año de interés bajo la metodología del propio Sistema de Costos de Producción. Para mayor información consultar la página: <http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?idCat=137&idSegCat=1>

- Para que exista un punto máximo, la función de producción debe ser cóncava en relación a ese punto y ello se demuestra matemáticamente cuando la matriz de la segunda derivada de la función de producción sea negativa en dicho punto, es decir:

$$\frac{\delta^2 f(X^*)}{\delta^2 X_i} \leq 0$$

- Que se cumpla el requisito de la matriz Hessiana:  $h D^2 f(X^*) h \leq 0 \quad \forall h$

Dónde  $h$  es un vector ortogonal.

#### 4.2.4. Función Cobb-Douglas.

En economía la función Cobb-Douglas es una forma particular de la función de producción. La función Cobb – Douglas es muy empleada para representar la relación que existe entre el producto obtenido y la combinación de los factores o insumos que se utilizan en su obtención. Esta función es no lineal en los parámetros y a través de la transformación logarítmica se hace lineal.

Propuesta por Knut Wicksell (1851-1926), e investigada con respecto a la evidencia estadística concreta por Charles Cobb y Paul Douglas<sup>18</sup> en 1928, presenta la forma:

$$Q = \Delta \prod_{i=1}^N X_i^{\alpha_i} \quad \text{Siempre que } \alpha_0, \alpha_i > 0 \quad (4.11)$$

---

<sup>18</sup> Cobb, C. W. and Douglas, P.H. (1928) "A Theory of Production", American Economic Review 18 (supplement); pp. 139-165.

Dónde:

Q: Producción total.

$X_i$ : Factores de la producción.

$\Delta$ : Factor total de productividad.

$\alpha_i$ : son las elasticidades de la demanda de los insumos correspondientes.

Estos valores son constantes determinadas por la tecnología disponible.

Las elasticidades miden la respuesta del producto a un cambio en los niveles de un insumo, si los demás factores permanecen constantes.

La función de producción tiene economías de escala constantes, es decir que si cada uno de los insumos se incrementa en el mismo porcentaje, la producción total también aumentará en el mismo porcentaje.

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n = m$$

Significa que la función Cobb-Douglas es homogénea de grado “m” e implica que el costo mínimo es independiente del volumen de producción y depende sólo de los precios relativos de los insumos.

Algunos expertos expresan dudas sobre la constancia de esta relación a través del tiempo, ya que ni Cobb, ni Douglas aportaron razones teóricas por las cuales los exponentes  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n \dots$  deben de mantenerse constantes en el tiempo o entre factores de la economía.

Esta función no fue desarrollada tomando como base ningún conocimiento de ingeniería, tecnología o de procesos de producción; fue, más bien, desarrollada por las coincidencias entre la teoría económica y sus atractivas características matemáticas (Ejemplo los rendimientos marginales decrecientes de los diferentes factores o insumos).

Sin embargo y a pesar de las críticas, sigue siendo una función muy utilizada en diferentes contextos de la producción y en nuestro caso será la base de la evaluación.

Al transformar el modelo Cobb-Douglas a un modelo econométrico, es de suma importancia, la forma de cómo se especifica el error (Castellanos, 2004).

Si el error se consigna en el modelo como un factor multiplicativo, de la forma  $e^{u_i}$ , donde  $e$  es la base de los logaritmos naturales, la expresión quedará como:

$$Q = \Delta \prod_{i=1}^n X_i^{\alpha_i} e^{u_i} \text{ Siempre que } \Delta, \alpha_i > 0; i=1, 2, \dots, n$$

En tal caso, la función de Cobb-Douglas puede ser estimada por medio de regresión lineal múltiple, después de considerar logaritmos en cada lado de la expresión, la cual tomará la forma:

$$\ln(Q) = \ln \Delta + \sum_{i=1}^N \alpha_i \ln(X_i) \quad (4.12)$$

Ahora bien, si el error se consigna de forma aditiva, la expresión resultante será:

$$Q = \Delta \prod_{i=1}^N (X_i^{\alpha_i}) + u_i \text{ Siempre que } \Delta, \alpha_i > 0; i= 1, 2 \dots n$$

En este caso, la función se puede estimar por mínimos cuadrados no lineales.

En ambos casos, para el error se asume  $u_i \sim N(0, \sigma^2)$  donde  $i= 1, 2 \dots n$

#### **4.2.5. Productividad.**

La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

La productividad es un indicador de eficiencia, un índice económico, que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

##### **4.2.5.1. Productividad total de los factores (PTF)**

Se define como el aumento o disminución de los rendimientos en la variación de cualquiera de los factores que intervienen en la producción: mano de obra, inversiones, técnica, entre otros.

Sea:

$$PTF = Q \text{ donde: } Q = F(X_1, X_2, X_3, X_4 \dots X_n) \quad (4.13)$$



#### 4.2.5.2. Productividad media (PMe)

Se define como el producto correspondiente a cada unidad de factor variable  $X_i$  y se obtiene dividiendo el producto total ( $PTF$ ) entre el número de unidades del factor variable  $X_i$  que se emplearon para obtener ese nivel de producción. Esto puede expresarse de la siguiente manera:

$$PMeX_i = \frac{PTF}{X_i} = \frac{Q}{X_i} \quad (4.14)$$

#### 4.2.5.3. Productividad marginal (PMg)

El producto marginal de un insumo se define como el cambio en el producto total al modificar en una unidad el empleo de uno de los factores productivos manteniendo constante la cantidad utilizada de los otros factores productivos. Dicho de otra forma, la productividad marginal económica neta se puede expresar como la producción adicional si se emplea una unidad adicional de un recurso o insumo. Esta relación se puede expresar en \$/unidad de recurso y se representa por medio de la derivada parcial de la función con respecto al factor productivo en cuestión (Bichara, 1990).

$$PMgX_i = \frac{\Delta PTF}{\Delta X_i} = \frac{\Delta Q}{\Delta X_i} \quad (4.15)$$

Rubiños P., J. E. (2001) expresó que las funciones de producción y de beneficio son útiles para encontrar indicadores económicos que auxilien en la toma de decisiones en el control de la racionalidad del uso de los insumos, así como para encontrar el valor económico de los insumos de producción.

Dentro de estos indicadores están los que estiman la productividad marginal dentro de una función de producción.

En el caso específico de la producción agrícola, se puede establecer una relación funcional entre la producción y los recursos utilizados, de la cual, al obtener la primera derivada se obtiene una relación de productividad marginal neta con las cantidades de recurso utilizado. Es decir, la derivada parcial será la productividad marginal del agua, la superficie, de los jornales... según la variable escogida respecto a la cual se opere (*Ibid*).

#### **4.2.5.4. El Principio de Eficacia Económica.**

La combinación más eficaz de los factores productivos será aquella que permita producir al costo por unidad más bajo posible. Existen dos situaciones bajo las cuales el productor considera el concepto de eficacia económica:

1. Cuando varía uno de los factores de producción y mantiene constantes los demás para lograr el nivel de producción óptimo.
2. Cuando varían todos los factores para lograr un determinado nivel de producción (combinación de costo mínimo).

La tasa de rendimiento de los factores de producción constituye un elemento importante en cuanto a la determinación de como disponer de los recursos económicos en la forma más eficaz, ya que se trata de lograr la máxima productividad al más bajo costo posible y se logra cuando se invierte en aquel factor que implique el máximo rendimiento.

De manera que la combinación óptima de los recursos se logra cuando la tasa de rendimiento del factor x se iguala a la tasa de rendimiento del factor y, es decir, cuando:

$$\frac{PMgX_i}{PMgX_{n\neq i}} = \frac{Px_i}{Px_{n\neq i}}$$

#### **4.2.5.5. El Principio de Escasez.**

Los medios o recursos económicos son susceptibles de diferentes usos y aplicaciones. La combinación más eficaz será aquella que permita producir al costo por unidad más bajo posible. Existen dos situaciones bajo las cuales el productor considera el concepto de eficacia económica:

- Los fines son múltiples y de importancia variada para el hombre. La diversidad de fines con diferentes grados de importancia plantea el problema de decidir que fines lograr primero.
- Y, finalmente, dados los medios, la consecución de ciertos fines implica siempre la renuncia de otros.

#### **4.2.5.6. Ley de los Rendimientos Decrecientes.**

La ley de rendimientos decrecientes (o ley de proporciones variables), describe las limitaciones al crecimiento de la producción cuando, bajo determinadas técnicas, son aplicadas cantidades variables de un factor o una cantidad fija de los demás factores de la producción. El principio de los rendimientos decrecientes, puede expresarse en los siguientes términos:

*"Dadas las técnicas de producción, si a una unidad fija de un factor de producción se van añadiendo unidades adicionales del factor variable, la producción total tenderá a aumentar a un ritmo acelerado en una primera fase, a un ritmo más lento después hasta llegar a un punto de máxima producción, y, de ahí en adelante la producción tenderá a reducirse".*

En primer término, la ley de rendimientos decrecientes presupone unas técnicas de producción constantes.

En segundo término, la ley de los rendimientos decrecientes presupone que sólo varíen las unidades utilizadas de uno de los factores y se mantengan fijas las unidades del resto de los factores de producción.

#### **4.2.6. Los modelos econométricos.**

Una definición concisa puede ser: "Un modelo es una representación simplificada y en símbolos matemáticos de cierto conjunto de relaciones" es decir un modelo formulado en términos matemáticos.

El termino modelo debe de identificarse con un esquema mental ya que es una representación de la realidad. En este sentido, Pulido (1987) establece que un modelo debe de entenderse como una representación simplificada de cualquier sistema, entendiendo como tal "a todo conjunto de elementos o componentes vinculados entre sí por ciertas relaciones".

Sampedro (1959), parte de la definición general de modelo e indica: “un modelo econométrico es una representación simplificada y en símbolos matemáticos de cierto conjunto de relaciones económicas”; es decir, un modelo matemático referido a relaciones económicas. Se puede decir que las características mínimas que debe reunir un modelo teórico o económico son:

- Que represente un fenómeno económico real;
- Que la representación sea simplificada, y
- Que se haga en términos matemáticos.

El propósito de construir relaciones es predecir o explicar los efectos en una variable, resultantes de los cambios en una o más variables explicativas.

El modelo econométrico aplicado se construye mediante la combinación de los siguientes elementos:

- Análisis de las características estadísticas de cada variable
- Análisis de las formas funcionales.
- Análisis de los resultados estadísticos.
- La utilización de los conceptos de la teoría económica.

El conjunto de especificaciones que requiere un modelo econométrico son:

- Identificar las variables que fundamentalmente influyen sobre el aspecto que se desea estudiar.

- Formular una relación o forma funcional concreta entre el conjunto de variables (aquella que se desea explicar y las consideradas como influyentes en ella).
- Introducir un término denominado “perturbación aleatoria” lo que permite razonar en términos probabilísticos y no exactos.

La perturbación aleatoria trata de recoger:

- El efecto neto que tiene el conjunto de variables no consideradas como esenciales (aquellas que no se incluyen en la parte sistemática) sobre la variable objeto de estudio.
- Los errores de medida en que incurren las observaciones existentes sobre las variables que intervienen en el modelo.

#### **4.2.6.1 Relaciones.**

“Las relaciones tratan de describir el mecanismo que acciona los elementos singulares del fenómeno económico en cuestión”. La explicación racional de tales fenómenos o relaciones corresponde a la teoría económica expresada en modelos económicos.

Los modelos econométricos tienen por objeto dotar de contenido cuantitativo a las relaciones o fenómenos económicos.

Las relaciones que aparecen en los modelos econométricos pueden clasificarse en la forma siguiente:

- a. **Relaciones de comportamiento.** Explican, de forma simplificada, el mecanismo de acción de un conjunto de sujetos económicos: productores, consumidores, exportadores, asalariados, entre otros.
  
- b. **Relaciones institucionales.** Reflejan los efectos provocados en la actividad económica por las leyes o normas institucionales; es decir, son las que describen el impacto del ordenamiento jurídico y social existente, sobre el fenómeno en cuestión.
  
- c. **Relaciones técnicas.** Expresan, en forma simplificada, la interdependencia entre los factores productivos y la cantidad de producto, es decir, la tecnología incorporada al proceso económico. Ejemplo: la función de producción de Cobb-Douglas.
  
- d. **Relaciones contables o de definición.** Son relaciones que se van a cumplir siempre en virtud de su construcción. Por lo general, cada una de estas relaciones puede considerarse como definidora de una variable concreta.
  
- e. **Relaciones de ajuste.** Describen el supuesto proceso de ajuste que se produce, en mercados particulares, cuando existe un exceso por parte de la demanda o de la oferta.
  
- f. **Restricciones.** Expresan condiciones que se espera se cumplan para determinados parámetros.

#### 4.2.6.2. Clases de modelos económicos.

La clasificación de los modelos puede establecerse atendiendo a:

a. Las especificaciones. Se puede distinguir entre:

**Modelos estocásticos** Son aquellos que incluyen las perturbaciones aleatorias y,

**Modelos deterministas** o exactos: se supone la existencia de variables que satisfacen exactamente las ecuaciones. Dentro de éstos se incluye a los modelos teóricos.

Valavanis (1959) señala cuatro razones por las que un modelo econométrico debe ser estocástico: formulación incompleta de la teoría, especificación imperfecta de las relaciones, agregación y errores de medida.

b. El número de relaciones.

Pueden ser modelos **unicuacionales** o **multiecuacionales**.

Dentro de los modelos multiecuacionales, son relevantes los modelos de ecuaciones simultáneas, caracterizados porque dos o más variables vienen determinadas “simultáneamente” por un cierto número de variables predeterminadas; esto es, existen interrelaciones entre las variables incluidas en las diferentes relaciones del modelo.

c. La forma de las relaciones.

Pueden ser **lineales**, donde todas las relaciones son lineales, o bien, **no lineales**, en los cuales alguna relación es no lineal.

d. La inclusión de variables endógenas retardadas.

En este sentido pueden ser **estáticos**, cuando no aparecen variables endógenas retardadas ó bien, **dinámicos**, cuando aparece alguna variable endógena retardada.



e. Relación con el sector exterior.

Según esta consideración se tendrán modelos **abiertos** o **cerrados**. Esta clasificación guarda relación con los conceptos de economía abierta y cerrada, es decir un modelo abierto tiene en cuenta las relaciones con el exterior, mientras que los cerrados no.

f. **Ámbito o cobertura.**

Desde el punto de vista del ámbito o cobertura de los modelos, estos pueden ser **microeconómicos** o **macroeconómicos**. Esta distinción, origina el llamado “problema de la agregación”.

g. Finalidad. Atendiendo a este criterio se tienen:

**Modelos de decisión**, aquellos que sirven para tomar decisiones con fines de política económica y **Modelos de predicción**, mediante los cuales se pretende predecir los valores de las variables endógenas, cuando las variables predeterminadas toman valores dados a priori.

h. Datos considerados.

Desde este punto de vista se tienen **modelos con datos de series temporales** o cronológicas y **modelos de datos de corte transversal** (cross section).

i. Número de relaciones y variables endógenas.

Un modelo es completo cuando tiene tantas variables endógenas como ecuaciones; siendo así, cuando las relaciones son lineales, podrá obtenerse una solución única para cada variable endógena.

Lo anterior es acorde con la premisa de que “toda magnitud económica toma un valor y solo uno, en un momento y circunstancias dados”.

Cuando no coincidan el número de variables endógenas y el de ecuaciones, se dice que el modelo es incompleto.

#### **4.2.6.3. Componentes de un modelo econométrico.**

En términos generales, podemos decir que un modelo econométrico está formado por los siguientes elementos:

##### **4.2.6.3.1. Ecuaciones.**

En función de los objetivos del análisis empírico y de las propias restricciones que el modelo económico recoja para explicar el fenómeno, el modelo econométrico puede contar con una o varias ecuaciones, lo que lleva a distinguir, como ya se ha comentado, entre modelos econométricos uni-ecuacionales y multi-ecuacionales.

La especificación de un modelo econométrico exige adoptar una forma funcional concreta que relacione las variables. La singularidad de esta decisión estriba, sobre todo, en qué esa forma sea o no lineal.

##### **4.2.6.3.2. Variables.**

De acuerdo con Barbancho (1976) “las variables son los factores o entes elementales que actúan en un fenómeno desde el punto de vista cuantitativo”. En las matemáticas, las variables se dividen en: variables dependientes y variables independientes.

Al analizar la realidad económica no resulta fácil realizar la distinción enunciada, ya que son frecuentes las interrelaciones entre las variables económicas y se hace necesario, por tanto, acudir a otro tipo de clasificación.

Consecuentemente, en economía se distingue entre:

- Variables endógenas: aquellas que vienen explicadas por el funcionamiento del modelo. Según Maddala (1977) “las variables endógenas son aquellas determinadas dentro del sistema económico”, y.
  
- Variables exógenas: aquellas cuyos valores inciden sobre el modelo desde el exterior; es decir, son determinadas fuera del modelo pero influyen en el comportamiento de las endógenas.

Por otra parte, las variables que aparecen en un modelo se pueden referir al mismo periodo (al mismo instante temporal) o bien, a periodos distintos. Es decir, las variables de un modelo pueden referirse exclusivamente a un periodo  $t$ , o a los periodos  $t, t-1, t-2, \dots$ . En este último caso se dice que el modelo contiene variables retardadas en el tiempo.

La presencia de variables pertenecientes con retardo está justificada si el valor de las mismas influye sobre los valores de la misma variable o de otras en periodos posteriores. Las variables retardadas pueden ser endógenas y exógenas. Las variables endógenas con retardo dan el carácter dinámico a los modelos.

Se acostumbra establecer la división de las variables de un modelo en: variables endógenas (sin retardos) y variables predeterminadas. Las variables predeterminadas influyen, pero no son influidas por otras variables. Las variables predeterminadas, a su vez, pueden ser variables exógenas, con o sin retardos, y endógenas retardadas (que no son explicadas por el modelo en el momento actual, pero sí en uno anterior).

#### **4.2.6.3.3. Parámetros.**

Según Barbancho (1976): “los parámetros o coeficientes son magnitudes que permanecen constantes dentro de un fenómeno económico concreto”. Normalmente hay dos tipos de parámetros sobre los que se quiere obtener información cuantitativa:

- Los **parámetros de posición**, que son los que entran en el momento de primer orden o esperanza matemática de la variable dependiente.
- Los **parámetros de dispersión** que se refieren a la varianza de las perturbaciones aleatorias

Dentro del primer tipo, se encuentran los factores de ponderación correspondientes a cada variable explicativa o predeterminada y que, miden el efecto de las fluctuaciones de estas variables sobre la variable explicada o endógena.

Por su parte, dentro de los parámetros de dispersión se tiene a las medidas de dispersión como la desviación estándar, la varianza y el coeficiente de variación.

#### **4.2.6.3.4. Datos.**

La utilización y estimación de modelos econométricos exige disponer de datos suficientes sobre cada una de las variables incluidas en el mismo.

#### **4.2.6.4. Métodos estadísticos.**

Al aplicar métodos estadísticos, como correlación y regresión, a un modelo matemático de teoría económica, se está efectuando un análisis econométrico y por tanto, se busca dar validez a la teoría con la técnica inferencial probabilística y sus respectivas pruebas de hipótesis estadísticas, que den la aproximación numérica de la certeza del modelo.

##### **4.2.6.4.1. Correlación.**

La correlación mide la proporción de variación en la variable dependiente explicada por la variación en la o las variables explicativas, es decir mide el grado de intensidad lineal de vinculación de las variables, a partir de las variaciones observadas de los valores proyectados y de los valores reales comparadas con la media aritmética.

Permite establecer el grado de intensidad en que una variable dependiente se encuentra explicada por la o las variables explicativas dentro de un modelo.

De igual forma, facilita el estudio de variables cuantitativas en la medida que se puede explicar un fenómeno por el grado en que una variable influye en otra, es decir permite efectuar afirmaciones de carácter social, económico y físico.

Esta herramienta estadística se mide por un coeficiente que puede tomar un valor que puede oscilar entre -1 y 1, si el valor es cercano a 1 se dice que existe una relación directa entre las variables estudiadas, una mayor cantidad en una implica que la otra también aumentará, en la medida que se acerca a 0 se dice que el nivel de correlación es mínimo o simplemente no existe correlación y por lo tanto, la variación de una variable no explica el comportamiento de la otra; finalmente, si es cercano a -1, la relación es inversa si aumenta la variable explicativa, y disminuye el valor de la dependiente.

#### **4.2.6.4.2. Regresión.**

Mientras que la correlación mide el grado de vinculación entre variables, la regresión se encarga de calcular, a partir de las observaciones, el valor real de los coeficientes que explican una relación funcional matemática.

Si dicho valor es calculado a partir de la serie de observaciones de una población completa se está hablando de una ecuación de regresión poblacional, y esa es una ecuación completamente confiable, sin embargo en la mayoría de los casos es imposible realizar este tipo de estudios ya sea por la cantidad de unidades observacionales, o por la dispersión de la población o sobre todo por el valor económico asociado a un estudio de tal magnitud.

Por tal motivo se utilizan mecanismos que facilitan estos estudios llegando a una aproximación de los datos poblacionales a partir de porciones o muestras representativas, utilizando para su selección métodos estadísticos de modo que se explique a cabalidad los fenómenos sociales con cierto margen de error tolerable.

Partiendo de esa premisa es posible calcular una función de regresión a partir de una muestra y el valor encontrado se dice que estima los valores o coeficientes poblacionales; de esta forma, se está contando con una ecuación muestral confiable en la medida que la recolección de datos cumpla con una metodología que garantice la representatividad de la información.

#### **4.2.6.5. Contraste y Validación de un Modelo.**

Permiten comprobar estadísticamente si la especificación del modelo ha sido adecuada. Para ello se requiere formular una serie de contrastes de hipótesis, tanto de los coeficientes del modelo, como de los residuos o errores, además de calcular las medidas de ajuste que presenta el modelo.

En los siguientes incisos se presenta una breve descripción de los principales contrastes que serán utilizados en el presente trabajo.

##### **4.2.6.5.1. Contraste de significación estadística.**

Los parámetros son aproximaciones cuantitativa del efecto que tiene sobre la variable explicada un cambio en la variable explicativa  $j$  permaneciendo el resto de factores constantes.

- a. El primer contraste elemental es el signo del parámetro; éste deber corresponder con el que cabe esperar a priori, dado el marco teórico de las relaciones entre las variables.
  
- b. Significado o interpretación de los parámetros.

En los modelos log-log la interpretación de los parámetros se efectúa en términos de elasticidades, lo que supone que cuando la variable explicativa  $j$  se modifica en 1%, la variable explicada cambia en un  $\beta_j$  %, permaneciendo el resto de variables constantes.

- c. El valor de los parámetros estimados depende directamente de la unidad de medida de las variables explicativas. Si los valores de variable explicativa  $j$  se multiplican por el factor  $w$ , el correspondiente parámetro se verá reducido en la misma proporción ( $w$ ) y viceversa. No obstante, la contribución de cada variable explicativa al cambio de la variable dependiente permanece inalterado. En cambio, si los valores de variable explicada se dividen por el factor  $w$ , todos los parámetros se verán reducido en la misma proporción ( $w$ ) y viceversa.
- d. Significación Individual de los parámetros. Retomando las propiedades de los parámetros y considerando que éstos son una función lineal de la perturbación aleatoria, se concluye que son, de igual modo, una variable aleatoria que seguirá una distribución del tipo:

$$\hat{\beta}_i \rightarrow N(\beta_i; \sigma^2 (a_{ij}))$$

Dado que se desconoce el verdadero valor de la varianza de la perturbación aleatoria no es conveniente emplear la distribución normal para el cálculo de contrastes estadísticos y de intervalos de confianza. En su lugar se emplea la distribución  $t$  de Student como alternativa, ya que no presenta este inconveniente.



La comparación de medias (Test t) mide la significancia de cada uno de los estimadores o estadísticos en forma individual. Dice que los estimadores o parámetros estimados son una función de los datos.

El objetivo de la prueba es determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa en el promedio de una variable de escala, de acuerdo a las categorías de una variable categórica, y si la existe definir cuál de las medias es mayor.

Esta prueba se realiza para cada estimador en forma individual, para lo cual se plantea el siguiente juego de hipótesis:  $H_0: \beta_i = 0$  vs  $H_a: \beta_i \neq 0$  donde  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ . Se compara la  $t$  calculada con la tabulada con un nivel de significancia  $\alpha/2$  con  $(n-2)$  grados de libertad para la regresión simple y  $\alpha/2$  con  $(n-1-p)$  grados de libertad para la regresión múltiple.

La regla de decisión dice que si  $|t_{cal}| > t_{tablas}$  se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa de que  $\beta$  es diferente de cero.

Cuando una hipótesis estadística es aceptada o rechazada con base a los resultados de una muestra, siempre existe la posibilidad de tomar una decisión equivocada, concretamente:

- Rechazar la hipótesis nula siendo cierta (Error tipo I)
- Aceptarla la hipótesis nula siendo falsa (Error tipo II)

- e. Intervalos de Confianza. En su cálculo se trata de establecer un rango (dos valores) con una probabilidad determinada, en el que se debe contener el verdadero, aunque desconocido, valor del parámetro  $\beta$ .
- f. El Coeficiente de determinación,  $R^2$  es una medida de bondad de ajuste de las ecuaciones de regresión; mide el porcentaje de variación total de la variable dependiente explicada por las variables independientes, es decir, este coeficiente indica qué tanto por ciento de la varianza a explicar, ha sido explicado por la ecuación de correlación

La  $R^2$  es un número no negativo, cuyo valor se encuentra entre 0 y 1, cuando  $R^2$  es 1 significa que hay un ajuste perfecto, mientras que un  $R^2$  de 0, indica que no hay relación entre la variable dependiente y las variables independientes (Gujarati, 1977).

Una propiedad del coeficiente de determinación es que es una función no decreciente del número de variables explicativas presentes en el modelo. Lo que supone que en la medida que aumenta el número de variables independientes en la ecuación, el  $R^2$  aumenta o por lo menos nunca disminuye.

- g. En la búsqueda de la mejor especificación para un modelo, se debe tener en cuenta el número de variables introducidas a la hora de evaluarlo a través del coeficiente de determinación. Para ello se puede emplear un estadístico alternativo, denominado coeficiente de determinación ajustado  $\bar{R}^2$ . Se denomina ajustado por los grados de libertad asociados a las sumas cuadráticas.

h. Contraste F o de Igualdad de Varianzas. Corresponde, al igual que el coeficiente de determinación, a una medida representativa de la capacidad global o general del modelo estimado para seguir los cambios o la evolución de la variable explicada.

En esta prueba se contrasta la nulidad conjunta de todos los parámetros. Es decir, usualmente interesa probar la hipótesis nula  $H_0: \beta_i = 0$  contra la hipótesis alternativa  $H_a: \beta_i \neq 0$ , es decir que al menos un  $\beta$  es diferente de cero. Se compara la F calculada ( $F_{cal}$ ) con la F tabulada ( $F_{tab}$ ) a un nivel  $\alpha$  de significancia, con 1 y (n-2) grados de libertad para la regresión simple y p y (n-1-p) grados de libertad para la regresión múltiple.

La regla de decisión dice que si  $F_{cal} > F_{tab}$  se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa. Si se rechaza la hipótesis nula se puede afirmar que los parámetros respectivos de las variables explicativas influyen conjuntamente de forma significativa en la explicación de la variable dependiente.

#### **4.2.6.5.2. Medidas de bondad a priori.**

Consisten en la comparación entre los valores reales y los estimados por el modelo para la variable objeto de estudio. Una vez que se haya realizado la valoración estadística del modelo, se puede llevar a cabo la valoración de los errores cometidos durante el proceso de estimación.

Entre los métodos de revisión se puede citar, entre otros, al análisis gráfico de los residuos; las medidas sobre los errores (raíz del error cuadrático medio, error medio absoluto y porcentaje medio del error); el análisis de puntos de cambio de tendencia; el diagrama de predicción realización propuesto por Theil y al Coeficiente de desigualdad de Theil.

#### **4.2.7. Indicadores.**

En el presente trabajo se utilizarán indicadores como parte de la evaluación a realizar, ya sea que se incluyan en el modelo econométrico o bien, sirvan como apoyo para comparar y sustentar los resultados obtenidos con el modelo. Un indicador es un instrumento para medir el logro de los objetivos de los programas y un referente para el seguimiento de los avances y para la evaluación de los resultados alcanzados.

##### **4.2.7.1. Indicadores de Desempeño.**

Es la expresión cuantitativa, construida a partir de variables cuantitativas o cualitativas, que proporciona un medio sencillo y fiable para medir logros (cumplimiento de objetivos y metas); reflejar cambios vinculados con acciones del programa; monitorear y evaluar resultados, etc.

El objetivo de la utilización de indicadores es evaluar tanto resultados como impactos de la intervención en los sistemas individuales; comparar el rendimiento de un sistema en el tiempo, y permitir la comparación de los sistemas en diferentes áreas y en diferentes niveles del sistema (Molden et al. 1998).

Este enfoque relaciona el desempeño real con objetivos de gestión específicos en relación con metas establecidas por los administradores del Sistema (Small y Svendsen, 1992).

##### **4.2.7.2. Indicadores de proceso.**

También llamados indicadores de gestión, miden el avance y logro en procesos y actividades; se utilizan para evaluar el comportamiento siguiendo un enfoque de modelo orientado a objetivos, y ayudan a los administradores de sistemas en el monitoreo y control de la calidad del desempeño en la operación diaria y estacional (Murray-Rust y Snellen 1993).

Dentro de los indicadores de proceso comúnmente definidos en la literatura se puede citar:

- La eficiencia de transporte, de distribución, de aplicación, de campo y de proyecto (Bos y Nugteren 1990; Molden y Gates 1990; Wolters 1992).
- La confiabilidad y fiabilidad de la distribución de agua (Abernethy, 1986; Molden y Gates 1990; Oad y Sampath 1995).
- La equidad o la uniformidad espacial de la distribución de agua (Abernethy, 1986; Levine y Coward 1989; Rhodes y Sampath 1988; Sharma y Oad 1991; Molden y Gates, 1990)
- La adecuación y oportunidad de entrega de riego (Levine 1982; Abernethy 1986; Molden y Gates 1990; Oad y Sampath 1995; Meinzen-Dick 1995).

Estos indicadores han demostrado ser útiles, ya que proporcionan información importante sobre el rendimiento operativo de los sistemas en los que se aplicaron. Sin embargo, también presentan algunas limitaciones en su utilidad y aplicabilidad.

Entre sus principales limitaciones se debe considerar que:

- La mayoría de los autores proponen el empleo de diferentes metodologías y herramientas para medir el mismo indicador. (Bos et al. 1994). Como resultado, las comparaciones entre los sistemas o en el tiempo son poco menos que viables.

- Se basan en la existencia de objetivos de gestión claramente definidos y objetivos operativos. En muchos de los sistemas de riego, los objetivos y las metas están ausentes o son vagamente definidos e inconsistentes entre sí (Brewer, Sakthivadivel y Raju 1997).
- Los indicadores de medición de los procesos siguen el enfoque meta-modelo, el cual implica subjetividad tanto en el establecimiento de los objetivos y metas como en la propia evaluación del desempeño (Small y Svendsen, 1990).
- La discrepancia existente, entre metas y objetivos, es especialmente crítica en sistemas en los que ambos (metas y objetivos) están sin definir, mal definidos, o bien, desactualizados como resultado de cambios radicales, por ejemplo, en patrones de cultivo, disponibilidad de agua, o sistemas políticos y económicos.
- Frecuentemente se requieren complicados procedimientos de recolección de datos para la medición de muchos de los indicadores de proceso. Los sistemas de monitoreo normalmente no están concebidos para recoger los datos requeridos. Como consecuencia de ello, la aplicación de los indicadores requiere personal, habilidades y equipo adicionales y que, por lo general, no están disponibles en los sistemas de riego.
- La mayoría de los ejercicios de evaluación de desempeño se realizan en el contexto de programas de investigación intensiva. Con frecuencia su prioridad es probar nuevos indicadores introducidos por los investigadores, y en ningún momento atender las propuestas de los agricultores y administradores de los sistemas.

#### **4.2.8. Sustentabilidad.**

El estudio de la agricultura sustentable tiene diferentes objetivos, como: asegurar la seguridad y autosuficiencia alimentaria; la conservación y regeneración de los recursos naturales; entre otros.

La aplicación de la metodología del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), permite evaluar la sustentabilidad mediante el uso de indicadores; con su aplicación es posible evaluar el grado de observancia de las áreas económica, ambiental y social, así como la identificación de los puntos que fortalecen o debilitan la sustentabilidad del sistema evaluado.

##### **4.2.8.1 Sustentabilidad, agricultura sustentable y agroecología.**

El concepto de sustentabilidad ha tenido diversas definiciones: desde la propuesta en el informe Brundtland –Nuestro futuro común- en 1987, hasta la presentada en México con la Ley General de Equilibrio Ecológico de Protección al Ambiente (LGEEPA, 1998: 3) que dice:

*“el desarrollo sustentable es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”<sup>19</sup>.*

---

<sup>19</sup> Se proporciona la definición de la LGEEPA y no la del informe Brundtland, porque se considera adecuada para esta investigación, debido a que se está trabajando con indicadores de sustentabilidad.

Lograr la sustentabilidad<sup>20</sup> en el manejo de los recursos naturales, requiere de trabajo interdisciplinario así como la participación del Estado en sus diversos niveles, e inclusive la colaboración entre países.

En este contexto, el desarrollo sustentable consiste en mantener un equilibrio entre la necesidad del ser humano a mejorar su situación física y emocional, y la conservación de los recursos naturales y ecosistemas que sustentarán la vida de la futura generación. Es decir, debe verse como una combinación de la sustentabilidad ecológica y socio económica.

La evaluación de la sustentabilidad es un reto pues debe reflexionar sobre cambios éticos y filosóficos respecto a las necesidades y grado de responsabilidad hacia la conservación de la diversidad de las especies, culturas, sociedades y medio ambiente (Torres *et al.*, 2004). Como lo plantea Quadri, G. 2001: para lograr evaluar la sustentabilidad, el primer paso es definir los distintos niveles espaciales y temporales de los sistemas de análisis.

El estudio de la agricultura sustentable nació a finales de la década de los 80's. El principal motivo de su surgimiento fue la necesidad que se tenía y que aún persiste en el subsector agrícola, por asegurar la seguridad alimentaria, es decir, lograr una producción estable de alimentos sin disminuir la calidad ambiental. También busca la erradicación de la pobreza así como, conservar y proteger al ambiente y los recursos naturales. En otras palabras, “la agricultura sustentable debe ser económicamente viable, pero también socialmente aceptable y ambientalmente efectiva” (Matera et al, 1999).

---

<sup>20</sup> El uso del vocable sustentable y el de sostenible es indistinto, pues su significado en la economía ecológica es el mismo .



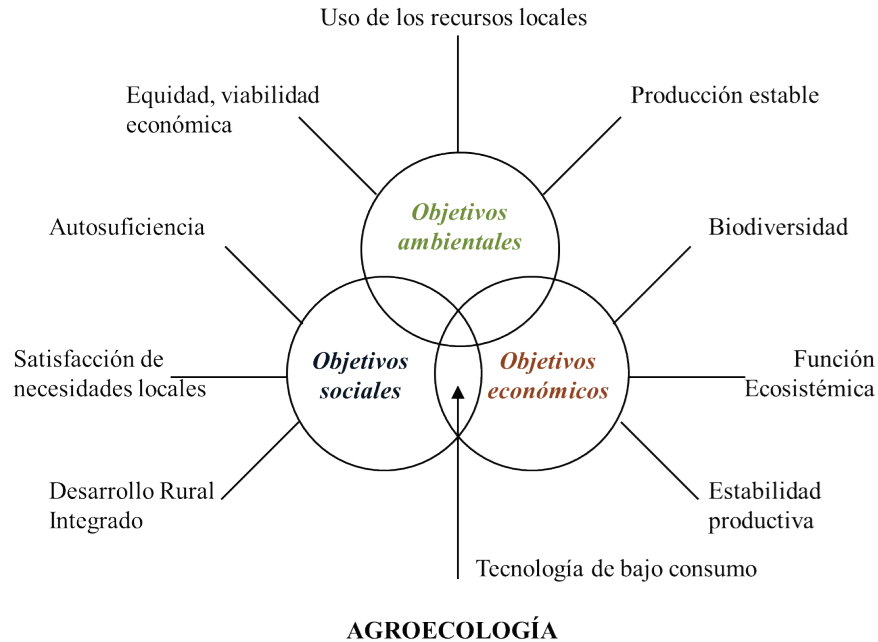
La agricultura sustentable es definida por Altieri, M. 1994: 371 como: “Un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema”.

Según Altieri M. y Nicholls, C. (2000), los objetivos de la agricultura sustentable son la producción estable y eficiente de recursos productivos; la seguridad y autosuficiencia alimentaria; el uso de prácticas agroecológicas o tradicionales de manejo; la preservación de la cultura local y de la pequeña propiedad; la asistencia de los más pobres a través de un proceso de autogestión; un alto nivel de participación de la comunidad en decidir la dirección de su propio desarrollo agrícola; y la conservación y regeneración de los recursos naturales.

La agricultura sustentable busca una distribución justa y equitativa de los costos y beneficios derivados de la producción agrícola, procura el desarrollo de tecnologías y sistemas de manejo que se adaptan a las condiciones ecológicas, sociales y económicas locales, además que busca disminuir las desigualdades actuales en el acceso a recursos productivos (ver **Figura 4.6**).

Para el cumplimiento de estos objetivos, la agricultura sustentable utiliza como principal herramienta a la agroecología, que se convierte en un punto clave

Se cree que la práctica de la agroecología es tan antigua como los orígenes de la agricultura, sin embargo, su estudio inició en la década de los setentas, y se incorporó a los estudios de la agricultura sustentable en los ochentas (Hecht, S. 1999:15).



**Figura 4.6. Objetivos de la agricultura sustentable.** <sup>21</sup>

Es válido decir que la aplicación de la agroecología en el país no ha funcionado del todo, ya que persisten problemas de diversas índoles que pueden llevar al sector agrícola a una crisis:

- Dentro de los problemas sociales y económicos se encuentra el desempleo, el envejecimiento de la población rural, el incremento de los costos de producción, la pérdida de rentabilidad agrícola, etc.
- Dentro del área ambiental, la manera en que se ha practicado la agricultura ha ocasionado el agotamiento de algunos recursos, la reducción de la fertilidad del suelo, erosión, contaminación de aguas, pérdida de recursos genéticos, entre otros (Altieri, M. y Nicholls, C. 2000).

---

<sup>21</sup> Fuente: Altieri, M. y Nicholls, C. 2000. Agroecología. Teoría y práctica por una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México, D.F.

#### **4.2.8.2. Evaluación de sustentabilidad.**

A pesar de la dificultad en la conceptualización de sustentabilidad, su evaluación es requerida como punto de partida para mejorar los sistemas productivos. Es así, que se han tenido avances en el desarrollo de marcos de análisis y evaluación que hacen operativo dicho término de manera coherente.

Según Rendón, R. (2004), para la medición de sustentabilidad en el sector agropecuario nacional es necesario el desarrollo de metodologías de evaluación que reflejen la pertinencia social, económica y ambiental de las diversas alternativas presentes o futuras en cuanto al manejo de producción.

La evaluación de sustentabilidad en el sector agropecuario, debe promover a largo plazo la calidad del medio ambiente y de los recursos bases de los cuales dependen los sistemas agrícolas, además de permitir satisfacer con alimentos y otros productos las necesidades humanas, sostener la viabilidad económica y promover la calidad de vida de los productores, familias y sociedad en conjunto.

Uno de los marcos para la evaluación de sustentabilidad en el sector agropecuario es el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), el cual se deriva del Marco de Evaluación del Manejo Sustentable de tierras, conocido como el FESLM.

De acuerdo con Astier, M. et al., (2008), una metodología de evaluación de la sustentabilidad debe sustentarse en cuatro premisas:

- Debe integrar los siete atributos generales de un sistema sustentable: productividad; estabilidad, confiabilidad y resiliencia; adaptabilidad; equidad; y auto-dependencia (autogestión).
- La evaluación se desarrolla para un sistema de manejo específico, bajo un definido contexto social y político, además a una escala específica, y a una escala espacial (parcela, unidad de producción y comunidad) y temporal determinada.
- Requiere ser participativa y necesita un equipo de trabajo interdisciplinario e intercultural. Por último,
- Debe realizarse considerando un marco de referencia; es decir, debe involucrar la comparación longitudinal del propio sistema a través del tiempo o bien, transversal cuando se evalúa y compara con otro u otros sistemas.

### 4.3. Estudios previos.

El concepto de la función de producción se ha aplicado empíricamente a numerosas economías nacionales y sectoriales, empleando diferentes especificaciones. La más común es la Cobb-Douglas, que se ha impuesto debido a su facilidad de cálculo, pese a que impone una serie de restricciones sobre los parámetros a estimar.

A continuación se exponen algunos de los estudios revisados para conocer el estado del arte en la temática de la presente investigación.

- Birol, E. et al (2006) en el documento “Using economic valuation techniques to inform water resources management: A survey and critical appraisal of available techniques and an application”, después de comparar diversos métodos de evaluación económica, concluyen en las bondades de las funciones de producción para valorar cambios en la cantidad y calidad de los recursos del medio ambiente con un enfoque especial en el agua.
- Jabeen *et al.*, (2006) publicaron un estudio con el objetivo de estimar el valor marginal del agua de riego a partir de tres modelos lineales para granjas pequeñas, medianas y grandes. Utilizando funciones de producción, obtuvieron un precio económico que va de 0.0689 a 0.2006 pesos por m<sup>3</sup> en pequeñas granjas, 0.1317 a 0.2511 en medianas y 0.1454 a 0.2817 en grandes; y concluyeron que la escasez de agua afecta la intensidad del cultivo y la ganancia neta de las granjas.

- Godínez M. L. (2005) determinó el valor económico del agua para riego de bombeo y de gravedad a través del cálculo de su precio sombra y la productividad marginal. Su hipótesis dice que la escasez de agua se ha agudizado por la baja eficiencia en el uso del recurso, debido a la baja valoración.

Para contrastar su hipótesis utilizó tres modelos: un modelo de programación lineal para determinar el precio sombra del agua en las zonas de extracción; un modelo de distribución para determinar el precio sombra del agua en las regiones consumidoras y una función que relaciona al beneficio neto con el volumen de agua utilizado por los principales cultivos, con el fin de determinar la productividad marginal neta del agua como referencia del precio sombra. Del primer modelo obtiene un precio sombra de \$0.646/m<sup>3</sup> de agua de bombeo y de \$0.582/m<sup>3</sup> de agua de gravedad. Del segundo modelo obtiene un precio sombra de \$ 1.99/m<sup>3</sup> en las zonas de consumo. Los resultados del tercer modelo muestran que para un volumen de 738.974 Mm<sup>3</sup> de agua de bombeo, la productividad marginal económica neta fue de \$0.73/m<sup>3</sup>.

- Mankiw, N. G. (2004), hace referencia sobre algunas propiedades de la función de producción y el modelo neoclásico de la producción.
- Castellanos P., M. (2004), realiza un estudio de la región confidencial para la obtención del óptimo económico de una función de producción de Cobb-Douglas bivariada, empleando la técnica de Wald descrita en Gallant (1987).

- Mundlak et al, (2004) emplean funciones de producción para obtener la productividad y encontrar los factores determinantes del crecimiento agrícola en Indonesia, Filipinas y Tailandia. Utilizan como variable dependiente al logaritmo del valor de la producción; de igual forma, como variables explicativas utilizan a la tierra irrigada, la tierra de temporal, el capital, los jornales, los fertilizantes e introduce variables de estado.

Los autores examinan, durante un período prolongado, las consecuencias del crecimiento de la agricultura en Indonesia, Filipinas y Tailandia. A pesar de la proximidad geográfica, clima similar, y otras características que comparten, las ganancias en la productividad y los ingresos diferían significativamente entre los países. Los autores cuantifican esas diferencias, y examinan los factores determinantes.

El propósito del análisis fue entender los procesos que experimentan como condición necesaria para la evaluación del funcionamiento de las políticas públicas. Encuentran que la nueva tecnología cambió la rentabilidad de los fertilizantes, tierras de regadío y el capital; que el complemento de los cambios relacionados con la tecnología en el uso de los factores fertilizantes y tierras de regadío fueron las inversiones públicas y privadas.

Los autores encuentran que la acumulación de factores jugó un papel importante en el crecimiento de la producción, y que las políticas impulsadas por las inversiones en capital humano e infraestructura pública, fueron una importante fuente de ganancias de productividad. Llegan a la conclusión de que las políticas que facilitan restricciones en los mercados de factores, y promueven la inversión pública en las personas y la infraestructura, ofrecen las mejores oportunidades para el crecimiento agrícola.

- Palacios V., E. (2003) correlacionó el valor de la producción de 8 Distritos de Riego de la Cuenca del Río Bravo con el volumen de agua utilizado, encontrando que una función de tipo logarítmica explicaba un poco más del 80% de la variación del valor de las cosechas como función del agua disponible.

En sus conclusiones indica que los productores agrícolas de esos 8 Distritos de Riego han perdido más de la mitad de su ingreso bruto, debido a que el volumen medio anual del agua se redujo de 3,300 Mm<sup>3</sup> a solamente 1,570 Mm<sup>3</sup>. Los resultados han servido de base para las reclamaciones de los productores.

En ese mismo estudio elabora una función impulso respuesta de tipo logarítmica para relacionar a los jornales generados con el volumen de agua utilizada. Obtiene la productividad marginal de los jornales respecto al volumen de agua usada y observa que hay una relación inversa entre el volumen de agua disponible y el número de jornales generados por unidad de volumen adicional.

- Alcalá et al, (2002) emplearon funciones de producción macroeconómicas para obtener una relación entre producto total y agua para toda la región de Murcia, España. La función de producción relaciona a ésta con el valor del capital productivo, la superficie regada y el volumen de agua consumido. Obtienen una medida de la elasticidad del producto bruto respecto del volumen de agua usado para regar, que estiman en 0.33. Es decir, que el incremento del volumen de agua usada para el riego daría lugar a un incremento del producto bruto equivalente al 0.33.



- Troncoso, L. J. (2001) realizó una investigación para determinar la función de producción del viñedo chileno de riego, estimó una función de producción de largo plazo, usando a la superficie cosechada como variable explicativa. Encontró la existencia de retornos y costos unitarios decrecientes con el tamaño de plantación.

Para los rangos de plantación muestreados (hasta 193 hectáreas) el valor del producto marginal es siempre superior al costo marginal, lo que indica que es rentable seguir aumentando el tamaño de la plantación más allá de 193 hectáreas.

- Rubiños P., J. E. (2001). Presentó una metodología para estimar el valor económico del agua de riego en los Módulos de los Distritos de Riego 011 “Alto Río Lerma”, 017 “Región Lagunera” y 038 “Río Mayo”, así como un análisis de las transmisiones de derechos de agua entre módulos, basándose en la disposición a pagar por el agua.

Para estimar el valor económico del agua (la máxima disposición a pagar de los productores por unidad de recurso) evaluó la productividad marginal neta del agua a través de modelos económicos que relacionan el beneficio neto agregado de los módulos de riego con factores de la producción como el agua, la superficie y los jornales, para ello. En su estudio probó las funciones Cobb-Douglas, Miittscherlich-Spillman y Polinomiales y concluyó que las funciones que mejor relacionaron el beneficio neto agregado con el volumen de agua, la superficie y los jornales fueron las de Cobb-Douglas.

De igual forma concluyó que las transmisiones de derechos se dan de módulos con menor productividad del agua a los módulos con mayor productividad y que la disposición de los módulos a adquirir volúmenes se incrementa conforme se reduce el precio del agua ofertada.

- Florencio C., V. (2000). Realizó un estudio sobre la productividad del agua en el Distrito de Riego 011 “Alto Rio Lerma”, el cual tuvo como objetivo principal la utilización del precio sombra y la productividad marginal del agua, como guía para el aprovechamiento y asignación óptima del agua de riego en el Distrito.

Utilizó la programación lineal para calcular el precio sombra del agua y las funciones de producción para obtener la productividad marginal de la misma. En el modelo de programación lineal, maximizó el ingreso neto de los productores de la región estableciendo restricciones de tierra, agua, mano de obra y maquinaria agrícola.

Formuló escenarios con la posibilidad de reducir la disponibilidad del agua en 18% y en 24%. Los resultados se basaron en el precio del producto a 1999 y un estimado para 2010.

En su investigación relaciona el rendimiento con el consumo de agua de los cultivos ahí producidos y calcula el valor del producto marginal, tomando éste último como referencia de valor económico.

- Cepas López, S. y Dios Palomares, R. (1999) Realizaron el análisis de la función de producción agraria para distintos niveles de agregación. El objetivo del estudio fue conocer cómo afectan los diferentes factores productivos a la producción total y realizar predicciones sobre la evolución futura de la producción. Utilizaron cuatro niveles de agregación de las variables explicativas y estimaron las correspondientes funciones de producción por mínimos cuadrados ordinarios tras introducir dichas variables linealizadas en una relación Cobb-Douglas.

Detectaron la intensidad de la multicolinealidad mediante el cálculo de los índices de condición y de la descomposición de la varianza. Los resultados obtenidos indican que la estimación de la función de producción se ve afectada negativamente por la multicolinealidad y que el uso de agregaciones no consigue mejorar esa situación, de cualquier forma, concluyeron, los modelos presentaron excelentes propiedades desde el punto de vista predictivo.

- Mejía S., E. (1999). Desarrolló una metodología para el diagnóstico y propuestas para el mejoramiento de la productividad de los recursos en distritos y módulos de riego. Dicha investigación tomo como caso de estudio el Distrito de Riego 011 “Alto Rio Lerma” y los módulos que lo integran.

Para analizar la productividad de los recursos calculó las relaciones funcionales entre superficies cosechadas, valor de la producción a precios y rendimientos constantes, volúmenes de riego, volúmenes de precipitación efectiva y jornales.

La relación valor de la producción en función del volumen utilizado fue obtenida a partir de los valores de producción calculados y de los rendimientos considerados para 1996-1997 así como de los volúmenes totales utilizados para riego para los ciclos del periodo de 1986-87 al 1997-98. Esta relación se utilizó para evaluar la productividad marginal del agua de riego, generando un punto de referencia del precio social del recurso.

- Kloezen, W. H. and Garcés R., C. (1998) aplicaron indicadores de rendimiento para los ciclos otoño-invierno 1995-96 y el verano 1996 en el Distrito de Riego 011 y para dos de los 11 módulos de riego Cortázar y Salvatierra. El conjunto restringido de datos de su investigación permitió la comparación del resultado en el desempeño a diferentes niveles, ciclos de cultivo y fuentes de riego (aguas superficiales y aguas subterráneas).
- Hall, Harry H. (1998) utilizando una función de producción que relaciona la respuesta en el rendimiento de los cultivos con el uso de cal agrícola hace una revisión de la teoría neoclásica de la producción y expone los costos de los errores de una mala especificación.

Expone la confusión y los problemas que se generan cuando por una parte, el economista no asume responsabilidad alguna en la determinación de la función de producción al considerarla tan sólo como una descripción de las condiciones tecnológicas de producción y la considera sólo del ámbito de competencia del tecnólogo o ingeniero. Pero al mismo tiempo, el técnico la visualiza como el concepto de un economista.

- Echevarría, C. (1998) utiliza una función de producción de tres factores (tierra, capital y mano de obra) para evaluar la macroeconomía, el crecimiento y desarrollo de la industria, la agricultura y los servicios en Canadá. Concluye que, en el periodo 1971-1991, la agricultura de Canadá depende menos del uso intensivo de la mano de obra que la industria y los servicios; el capital afecta de igual forma a las tres actividades; el valor agregado de la tierra es un 16%, y la tasa de crecimiento de la productividad, tanto para agricultura como manufacturas, es del 0.3%.
- Anido *et al.* (1996), presentan un análisis empírico de la producción de maíz en el estado Barinas, Venezuela, empleando la función econométrica de Cobb-Douglas. Realizan un análisis transversal. Utilizan como variable dependiente a la producción y como variables explicativas: la superficie, jornales, gasto de mecanización, fertilizantes y combinación de las mismas. El insumo agua fue considerado como constante. Mencionan que el mejor ajuste fue logrado con una variante de la función clásica de Cobb-Douglas. En el modelo definieron la cantidad de maíz producido como función del número de hectáreas cultivadas y cosechadas, de la cantidad de jornales empleados por hectárea, y de los gastos de mecanización.
- Palacios V., E. y Exebio G., A. (1989) manifiestan que la productividad marginal del agua puede ser también la máxima cantidad de dinero que un usuario estaría dispuesto a pagar por tener disponible una unidad adicional del recurso agua en el proceso productivo, ya que en general un empresario estaría dispuesto a pagar por dicho recurso (o insumo) hasta una cantidad similar al beneficio que produzca una unidad adicional.

Estos autores mostraron dos gráficas: en la primera de ellas muestran la relación entre el beneficio neto y el volumen de agua disponible; en la segunda gráfica, derivada de la primera, muestran una segunda gráfica para la productividad marginal y el volumen de agua disponible.

- Gibbons, D. (1986) concluye que los valores del agua de riego pueden ser estimados como valores marginales promedio aplicados a un cultivo específico o a una combinación de cultivos y que estos valores, son propios para un lugar, actividad y tiempo. La metodología para la estimación del valor del agua se basa en el análisis de funciones que relacionan a la producción o beneficio obtenido con el agua y otros insumos utilizados en la producción de uno o varios cultivos.
- Chávez M., J. (1985). Planteó una metodología para la planificación de la operación de las zonas de riego, la cual fue aplicada al Distrito de Riego del Rio Mayo 038, Sonora. Básicamente abarca dos técnicas: optimización y simulación. El modelo maximiza el ingreso neto de los agricultores considerando restricciones de almacenamiento, operación del distrito, tierra, cultivo e insumos. Adicionalmente contabiliza las necesidades de agua superficial y subterránea de acuerdo a las superficies de los cultivos, misma que proporciona como variables de salida.

Chávez Morales recomienda el desarrollo de metodologías y programas que permitan la automatización de los sistemas de riego con almacenamientos múltiples y zonas de riego múltiples.

- Palacios V., E. (1976). Realizó un análisis económico de las actividades desarrolladas para el manejo de los distritos de riego y explicó la forma de obtener las reglas de operación de los vasos para incrementar la eficiencia del manejo de agua almacenada.

Las reglas fueron probadas con un modelo de simulación determinístico y dichos planteamientos teóricos fueron aplicados para la planeación del Distrito de Riego 038, Rio Mayo, Sonora.

#### **4.4. Conclusiones de la revisión de la Literatura.**

En todas las legislaciones del agua se plantea de un modo u otro el objetivo de lograr un uso racional de los recursos hídricos. A su vez, el valor del agua puede tomar diversos enfoques, desde sociales, culturales, ecológicos, económicos, etc.

Las funciones de producción pueden ser utilizadas para la estimación del valor de los recursos, ya sea en análisis macroeconómicos o bien, valorar los recursos del medio ambiente o de un sistema de riego pudiendo, en este caso, ser aplicadas tanto en cultivos individuales como a grupos de cultivos en una zona de riego.

Las funciones empíricas representan una alternativa para la valoración de la relación ente la producción agrícola y/o el beneficio neto con los factores que intervienen en ella, entre los que se pueden mencionar: la superficie regada; el volumen de agua distribuida; los jornales; la inversión en modernización de la infraestructura, por citar algunos.

Aunque la forma funcional escogida en muchos de los trabajos mencionados es una especificación Cobb- Douglas, no existe la misma coincidencia en los inputs o factores productivos que entran a formar parte de la función de producción.

En todo caso, en este trabajo se va más allá, planteando una especificación dinámica de la función de producción y desarrollando esta dinámica como resultado de los retardos sobre la inversión y del efecto de la disponibilidad hídrica que muestran el impacto sobre la producción.



En cuanto a los programas de apoyo, las evaluaciones realizadas<sup>22</sup> tanto por el Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua (IMTA), en 2007, como por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), en los años 2008 a 2012, basadas en la Matriz del Marco Lógico y en los indicadores del Programa de Rehabilitación y Modernización de los Distritos de Riego (PRMDR), concluyen que el Programa ha presentado un correcto desempeño y cumplido con su propósito. Sin embargo, al revisar el panorama general de los Distritos de Riego desde una perspectiva más amplia, se observa que:

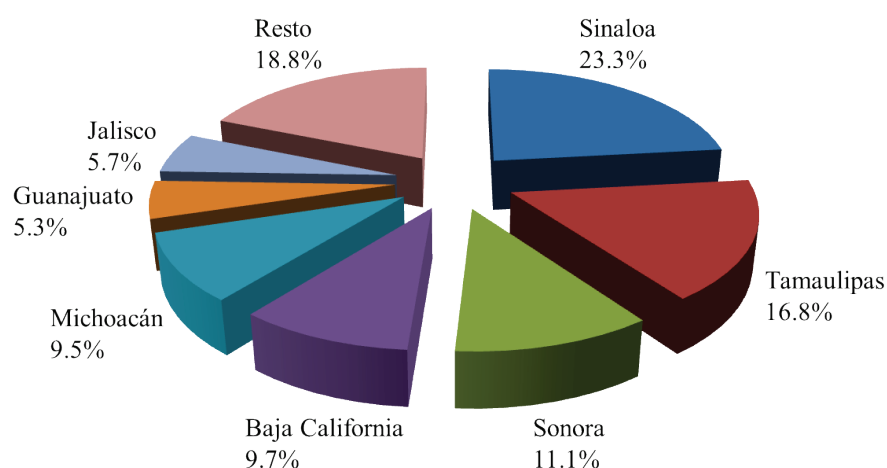
- La eficiencia en el ejercicio del presupuesto y el cumplimiento de las metas en los indicadores, no ha impactado en la productividad del agua, cuando esta última se mide en términos de la producción por volumen de agua utilizado.
- La relación de volumen utilizado contra la superficie física regada no ha mejorado consistentemente y,
- La magnitud de la superficie sembrada no ha sido consistente, mostrando altibajos muy marcados.

Los indicadores existentes no permiten evaluar la eficacia, es decir, no permiten valorar si el logro del propósito ha contribuido al objetivo del programa.

---

<sup>22</sup> CONAGUA. 2012. Libro Blanco del Programa Rehabilitación, Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego, periodo 2007-2012

Una revisión del panorama nacional, indica que históricamente tan sólo 4 estados (Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Baja California) acaparan el 50% de las inversiones<sup>23</sup> y el 81.2% de las organizaciones de usuarios beneficiadas se encuentren en 7 estados (Sinaloa, Tamaulipas, Sonora, Baja California, Michoacán, Guanajuato y Jalisco), como se aprecia en la **Figura 4.7**. Es decir, aquellos cuya agricultura es al mismo tiempo la más productiva y donde los usuarios, de hecho, son en muchos de los casos auto-sustentables.



**Figura 4.7. Ubicación por Estado de las organizaciones de usuarios beneficiadas** <sup>24</sup>

Esto es crítico ya que, un alto porcentaje de los recursos de los programas de apoyo y de la capacitación se proporcionan a los usuarios con mejores condiciones, dejándose sin apoyo a los agricultores que tienen la infraestructura más deteriorada y/o que utilizan los métodos de riego más rudimentarios; además, los apoyos otorgados a las asociaciones beneficiarias no han reflejado un impacto sustentable y demostrable en el ahorro del agua.

<sup>23</sup> Fuente: CONAGUA. 2012. Libro Blanco del Programa Rehabilitación, Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego, periodo 2007-2012

<sup>24</sup> Fuente: CONAGUA. 2012. Libro Blanco del Programa Rehabilitación, Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego, periodo 2007-2012

Los informes realizados por la propia Dependencia responsable de la gestión de los recursos de apoyo a los Distritos de Riego, en su diagnóstico<sup>25</sup> señalan la persistencia del deterioro de la Infraestructura Hidroagrícola. Se atribuye este deterioro a la insuficiencia de recursos económicos para una conservación adecuada. De igual forma, se señala al deterioro de la infraestructura y el predominio del riego tradicional como las causas de grandes pérdidas en la conducción, distribución y manejo del recurso hídrico.

Si la concepción del programa continúa en la misma tónica, el ritmo de las inversiones que se realizan para la rehabilitación y modernización, tecnificación de los Distritos de Riego difícilmente permitirá alcanzar el objetivo primario con que fue concebido el programa en su creación:

*Apoyar a los usuarios de los distritos de riego en la rehabilitación, sustitución y modernización de infraestructura para contar con Distritos de Riego en óptimas condiciones.*

---

<sup>25</sup> Fuente: Gerencia de Distritos y Unidades de Riego

## **V. MATERIALES Y METODOS.**

Los materiales utilizados en el presente trabajo fueron: la información general de los Distritos de Riego a nivel nacional y del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” en particular; las estadísticas agrícolas del periodo 1979-1980 a 2011-2012 en cuanto a superficie sembrada, cosechada, física regada, rendimiento por cultivo, precio medio rural, costos de producción, valor de la producción, cantidad de mano de obra ocupada por cultivo (las estadísticas agrícolas del periodo 1996-1997 a 2011-2012 se presentan en el **Anexo 1**); la información disponible, para el periodo de estudio, de las estaciones climáticas de la zona de estudio y los requerimientos de riego (las estadísticas principales se presentan en el **Anexo 2**); las estadísticas hidrométricas disponibles del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” (la información correspondiente al periodo 1997-2012 se presenta en el **Anexo 3**); eficiencias de conducción y distribución en el periodo 1986-1987 s 2011-2012 ; cuota promedio por servicio de riego y la recaudación en el periodo 1984-1985 a 2011-2012; diagnóstico de necesidades medias anuales de conservación normal y el recurso destinado a conservación normal en el periodo 1996-1997 a 2011-2012; el recurso destinado a las acciones de rehabilitación, modernización y tecnificación y la superficie beneficiada en el periodo 1995-1996 a 2011-2012; adicionalmente se recopiló la información disponible sobre el comportamiento de los acuíferos en la zona donde se localiza el distrito de riego motivo del estudio y las características socioeconómicas de la población.

### **5.1. Área de estudio.**

Para abordar el presente estudio, se ha seleccionado al Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”, sexto a nivel nacional en superficie cosechada y séptimo en superficie física bajo riego.

Dentro de los motivos para elegir este distrito como caso de estudio se encuentran: su importancia; el ser representativo de las condiciones medias existentes en los Distritos de Riego de México; el contar con fuentes de aprovechamiento superficiales y subterráneas y una oscilación importante en la disponibilidad hídrica en las últimas dos décadas. Motivos que lo hacen especialmente apropiado para un estudio de las características del trabajo que se presenta.

### **5.1.1. Orígenes del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”.**

La tradición agrícola en lo que hoy se denomina Distrito de Riego 011 tiene antecedentes en los primeros asentamientos españoles en el Bajío, especialmente en la región de Celaya (1570) e Irapuato (1589), establecidos por la Corona Española para la producción de trigo y el abasto de las minas al norte de lo que hoy es el Estado de Guanajuato. Un poco después, en el año 1606 se realiza el reparto de las tierras del Valle de Santiago y se abre la primera toma en el Río Lerma (Palerm, 2005). En la historia reciente, el Acuerdo Presidencial del 15 de marzo de 1939 establece sus límites y, el del 27 de Marzo de 1942 lo constituye con el nombre de Distrito de Riego “Orígenes del Lerma”.

El Convenio<sup>26</sup> del 14 de diciembre de 2004 indica que el módulo de riego Pastor Ortiz, perteneciente al Distrito de Riego 087 “Rosario Mezquite”, debiera estar integrado administrativamente al Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” al año de dicho Convenio; sin embargo, en la práctica este hecho no se ha dado.

---

<sup>26</sup> “Convenio de Coordinación y Concertación que celebran el Ejecutivo Federal, los Ejecutivos de los Estados de Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Querétaro, y los representantes de los usuarios en los usos Público Urbano, Pecuario, Agrícola, Industrial, Acuícola y Servicios para llevar a cabo el programa sobre la disponibilidad, distribución y uso de las aguas superficiales de propiedad nacional del área geográfica Lerma – Chapala”.

### 5.1.2. Localización del Distrito de Riego 011.

Su ubicación es estratégica dentro del territorio nacional, ya que se encuentra enclavado en el centro del país, en la región conocida como “El Bajío”, a la también se le llama “El granero de México” (Figura 5.1)

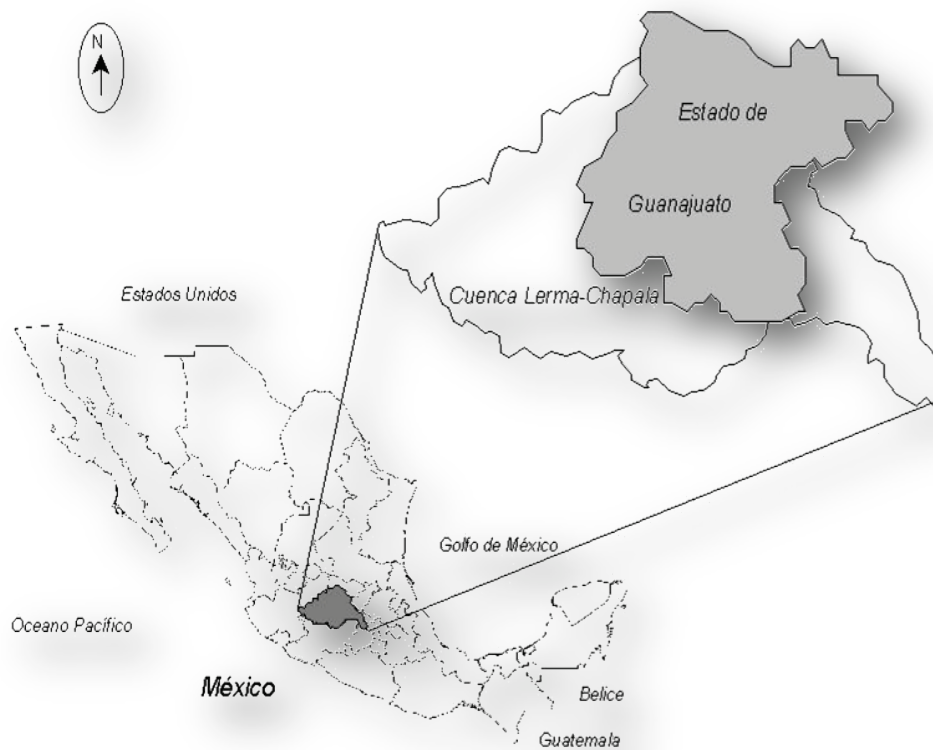


Figura 5.1. Ubicación de la Cuenca Lerma-Chapala en el territorio nacional.

Ubicado al sur del Estado de Guanajuato (ver **Figura 5.2**), entre las coordenadas: Latitud  $19^{\circ} 55' - 21^{\circ} 52' N$ ; Longitud  $99^{\circ} 39' - 102^{\circ} 05' W$  y, con una altitud media de 1,722 m.s.m.m. Abarca tierras de cultivo de 14 municipios de dicho Estado: Acámbaro, Abasolo, Cortázar, Huanímaro, Irapuato, Jaral, Pénjamo, Pueblo Nuevo, Salamanca, Santiago Maravatío, Salvatierra, Valle de Santiago, Villagrán, y Yuriria.

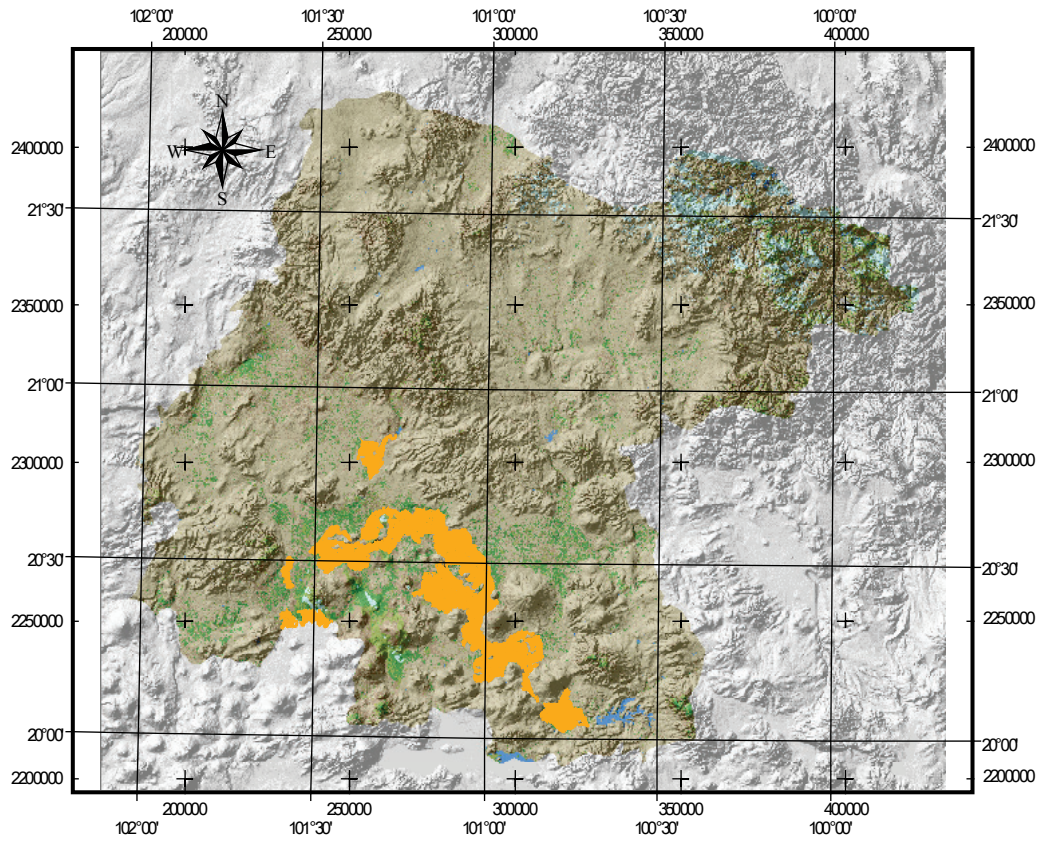


Figura 5.2. Ubicación del D.R. 011 “Alto Río Lerma” dentro del Estado de Guanajuato.

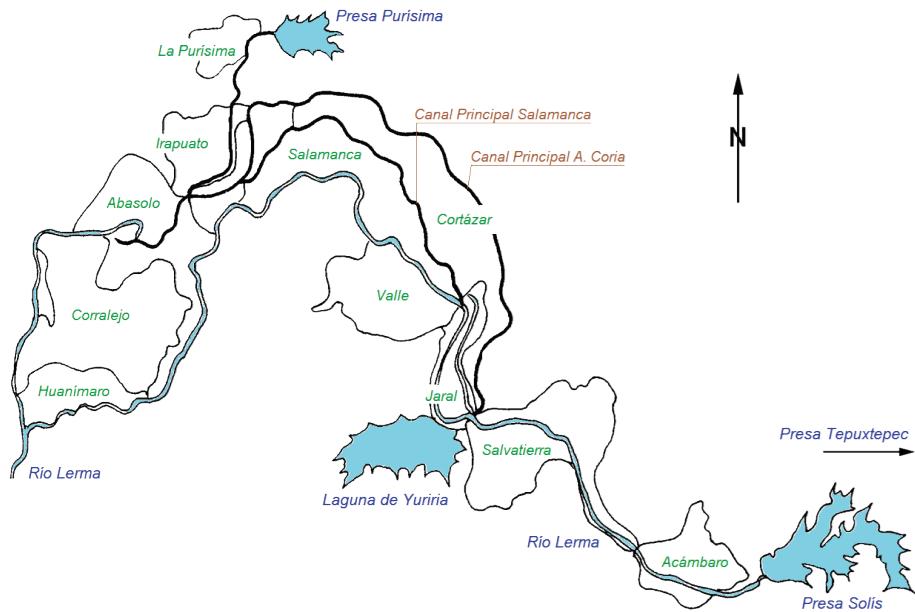


Figura 5.3. Croquis del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”

### 5.1.3. Clima

El clima que predomina en la región según Köppen, modificado por García (1981), es Cwah, denominado clima templado sub-húmedo con lluvias en verano, con temperatura media mensual entre 18 y 20 °C y lluvia media anual mayor que 620 mm.

La evapotranspiración es elevada a lo largo del año y la diferencia pluviosidad-evapotranspiración es regularmente positiva solo en los meses de julio y agosto. El intervalo de heladas es de 10 a 30 días, de noviembre a febrero. Las granizadas son de uno a tres días anuales.

En un año agrícola típico, se presentan dos periodos climáticos diferenciados: un periodo húmedo, de mayo a octubre, durante el cual se concentran las lluvias y otro seco que abarca del mes de noviembre a al mes de abril.

Las condiciones climáticas son propicias para un ciclo de cultivo en P-V (de mayo a octubre) apoyado tanto en el riego como en la precipitación (lo que explica el incremento de los llamados segundos cultivos); sin, embargo, esta práctica presenta grandes riesgos debidos a la gran variabilidad interanual de la pluviosidad.

En el **Cuadro 5.1** se observa que para todas las estaciones meteorológicas durante el periodo de mayo-octubre se concentra aproximadamente el 88.2 % en promedio de la precipitación total, aportando una considerable cantidad de agua a los segundos cultivos (SC); el restante 11.8% se presenta en los meses de noviembre a abril, representando un aporte menor a los cultivos de Otoño-Invierno (O-I).



**Cuadro 5.1. Estaciones meteorológicas**<sup>27</sup>  
**Área de influencia del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**

Estación Meteorológica	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m)	Precipitación Media Histórica		Tipo de Clima
	Lat. Norte	Long. Oeste		May-Oct	Nov-Abr	
Abasolo, Abasolo	20° 27'	101° 32'	1,760	646.8	45.1	(A)C(w <sub>o</sub> )a(e)g
Acámbaro, Acámbaro	20° 02'	100° 43'	1,846	698.4	55.9	(A)C(w <sub>o</sub> )a(e)g
Cortázar, Cortázar	20° 29'	100° 58'	1,750	573.7	55.4	BS <sub>1</sub> ,hw(w)(e)g
Irapuato, Irapuato	20° 41'	101° 21'	1,724	632.7	62.5	BS <sub>1</sub> ,hw(w)(e)g
Salvatierra, Salvatierra	20° 13'	100° 51'	1,782	666.7	57.5	(A)C(w <sub>o</sub> )a(e)g
Santa Julia, Cortázar	20° 23'	101° 02'	1,730	605.1	59.6	BS <sub>1</sub> ,hw(w)(e)g
Santa María Yuriria	20° 14'	101° 08'	1,761	607.3	61.1	(A)C(w <sub>o</sub> )a(e)g
Santa Rita, Jaral	20° 18'	101° 04'	1,783	639.2	54.3	BS <sub>1</sub> ,hw(w)(e)g
Solís, Acámbaro	20° 03'	100° 40'	1,900	679.1	52	(A)C(w <sub>o</sub> )a(e)g

La precipitación en la zona ha presentado fuertes periodos de sequía: En el **Cuadro 5.2** se puede observar que en los años agrícolas: 1996-1997, 1999-2000, 2004-2005, 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012 se han presentado condiciones de precipitación menor al 80% de la media. Esto ha repercutido en las tendencias de cultivo y en los volúmenes asignados, propiciando un ajuste en el patrón de cultivos a partir del año 1999-2000.

El patrón de la distribución de la lluvia en los años 2008-2009 a 2011-2012, muestra incremento en la lluvia de los meses de noviembre a abril y disminución, en relación al aporte total, de la lluvia en los meses de mayo a octubre.

<sup>27</sup> Fuente: Elaboración propia

Los promedios históricos se obtuvieron tomando como base los datos climáticos diarios del Climate Computing Project (CLICOM) sistema de software de manejo de datos climatológicos desarrollado por las Naciones Unidas, estando en México a cargo del SMN a través de la página <http://clicom-mex.cicese.mx>

**Cuadro 5.2. Precipitación media <sup>28</sup>  
Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”  
Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

Año Agrícola	Precipitación (mm)		
	Nov.-Abril	Mayo-Octubre	Total
1996-1997	92.1	502.8	594.9
1997-1998	11.7	699.1	710.9
1998-1999	18.0	579.1	597.1
1999-2000	5.7	466.5	472.2
2000-2001	38.2	696.1	734.3
2001-2002	69.2	692.6	761.8
2002-2003	61.2	912.7	973.9
2003-2004	72.7	817.1	889.8
2004-2005	34.4	497.9	532.3
2005-2006	44.5	694.8	739.4
2006-2007	61.0	743.5	804.5
2007-2008	60.5	548.0	608.5
2008-2009	174.6	469.6	644.2
2009-2010	253.2	478.0	731.2
2010-2011	168.5	402.6	571.1
2011-2012	118.0	373.0	491.0
Media	80.2	598.4	678.6

Aún no se detectan repercusiones importantes en el patrón de cultivos debido al cambio en el patrón de distribución de lluvia.

#### 5.1.4. Suelos.<sup>29</sup>

Los suelos del área se originaron a partir de rocas basálticas terciarias y de tobas de la misma edad, depositadas generalmente en ambientes lacustres.

<sup>28</sup> Fuente: Elaboración propia  
Los promedios se obtuvieron definiendo la influencia de cada estación mediante polígonos de Thiessen y tomando como base los datos climáticos diarios del Climate Computing Project (CLICOM) del SMN a través de la página <http://clicom-mex.cicese.mx>

<sup>29</sup> Fuente: Estudio agrológico semidetallado realizado por la Dirección de Agrología de la extinta Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en el año de 1977 y actualizado en 1993



Geológicamente se ubica en las sub-provincias sierras volcánicas y lagos centrales, bajíos michoacanos, y bajíos guanajuatenses; en ellas se han encontrado seis clases de suelo, de acuerdo a su composición y grado de desarrollo, entre ellas destaca como la más común la clase de los vertisoles, cuyas características más importantes son: suelos profundos, con alto contenido arcilla, de color oscuro, pesados y fértiles, ricos en materia orgánica; son propios de zonas con climas templados y cálidos, con estaciones seca y lluviosa definidas. Son suelos poco erosionables y que se agrietan cuando les falta humedad.

En general predominan los suelos arcillosos y franco-arcillosos con espesor medio a profundo (entre 40 y 200 centímetros), cuyo relieve dominante es plano con pendientes menores del 2% y drenaje interno lento; en menor proporción, suelos arcillo-arenosos y franco-arcillo-arenosos delgados (40 centímetros) de relieve ondulado y drenaje interno moderadamente lento; y suelos profundos, de texturas medias a gruesas, relieve plano a suavemente ondulado, drenaje interno moderado a rápido y que han sido originados por los materiales acarreados por los diferentes ríos que atraviesan la zona.

En el Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” los suelos predominantes son pesados con textura arcillosa a franco arcillosa (81.5% de la superficie total) con buen drenaje y velocidad de infiltración media.

Los suelos de textura media ocupan el 9.8% y los de textura ligera, el restante 8.7%.

### 5.1.5. Infraestructura.

Tiene 116,930 ha dominadas con infraestructura, 116,016 ha regables y 110,620.22 ha con derechos de riego (112,772 ha incluidos derechos precarios).

Sus tierras de cultivo, agrupadas en 11 módulos se encuentran en manos de 23.491 usuarios, 55% de los cuales son ejidatarios y 45% son pequeños propietarios (Ver **Cuadro 5.3**)

La parcela media global en el distrito de riego es de 4.7 ha, con 3.7 ha en el sector ejidal y 7.6 ha en la pequeña propiedad.

**Cuadro 5.3. Superficie y usuarios por módulo de riego<sup>30</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**

Módulo	Cantidad de Usuarios		Superficie por Fuente de Abastecimiento (ha)			
	Sector Ejidal	Sector Privado	Promedio por usuario	Gravedad	Pozos Oficiales*	Pozos Particulares
1 Acámbaro	1,622	308	4.51	7,039.0	257.0	1,668.9
2 Salvatierra	5,082	972	2.67	12,092.3	565.0	4,075.9
3 Jaral	1,062	401	4.57	4,529.9	371.0	2,156.0
4 Valle	1,773	536	5.74	9,298.3	778.0	3,955.1
5 Cortázar	2,169	993	5.81	12,722.4	1,964.0	5,662.7
6 Salamanca	1,178	1,534	5.19	10,292.2	573.0	3,771.9
7 Irapuato	984	285	6.56	4,305.5	688.0	4,015.1
8 Abasolo	1,164	1,259	6.17	10,106.6	1,152.0	4,853.5
9 Huanímaro	611	229	4.50	2,718.9	430.0	1,058.6
10 Corralejo	264	11	5.55	694.1	643.0	831.2
11 Purísima **	936	118	4.36	3,800.0	0.0	798.9
Totales:	16,845	6,646	4.70	77,599.0	7,421.0	32,847.4

<sup>30</sup> Fuente: Elaboración propia  
Datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

Notas:

\* Esta superficie se encuentra incluida dentro de la superficie de gravedad.

\*\* La superficie de riego por gravedad concesionada es de 3,973.8 ha

Las obras que abastecen al Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” comprenden:

- 4 vasos de almacenamiento: Presas Tepuxtepec, Solís, Purísima y Laguna de Yuriria;
- 5 presas derivadoras: Chamácuaro, Reforma, Lomo de Toro, Santa Julia y Markazuza;
- 475 km de canales principales y 1,183 km de canales secundarios;
- 1,767 pozos particulares en condiciones de operación, de los cuales 1,541 están electrificados, y 226 operan a base de combustión interna (utilizados en el bombeo de corrientes). (Ver Cuadro 5.4)
- 174 pozos oficiales (construidos por el Gobierno Federal, a finales de los años setenta e inicios de los ochenta) y concesionados a los usuarios.

**Cuadro 5.4. Pozos oficiales y particulares**<sup>31</sup>  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**

Módulo	Oficiales		Particulares		Total
	Electrificados	Electrificados	Combustión Interna		
Acámbaro	10	92	32		134
Salvatierra	19	120	37		176
Jaral	13	149	44		206
Valle	22	229	0		251
Cortázar	37	282	22		341
Salamanca	15	187	18		220
Irapuato	15	123	41		179
Abasolo	27	250	0		277
Huanímaro	7	54	7		68
Corralejo	9	3	0		12
La Purísima	0	52	25		77
S. R. L. de I. P. de C. V.	0	0	0		0
	174	1,541	226		1,941

<sup>31</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011  
Los pozos de combustión interna se utilizan en los rebombeos

### **5.1.6. Transferencia de la infraestructura a los usuarios.**

La red menor se transfiere a los usuarios en noviembre de 1992 y se crean doce módulos de riego: once en el Estado de Guanajuato y uno en el de Michoacán (éste último módulo, La Piedad, actualmente forma parte del Distrito de Riego 087 “Rosario-Mezquite”).

En 1996 los consejos directivos de 10 de los 11 módulos<sup>32</sup> que integran al Distrito de Riego 011 forman la Sociedad de Responsabilidad Limitada “Distrito de Riego 011 Río Lerma Guanajuato, S.R.L. de I.P. de C.V.” y solicitan les sea transferida la red mayor del Distrito de Riego. Para Febrero de 1997 se oficializa la transferencia de la Red Mayor del Distrito de Riego 011 a los usuarios del mismo constituidos en la figura jurídica “Distrito de Riego 011 Río Lerma Guanajuato, S.R.L. de I.P. de C.V.”

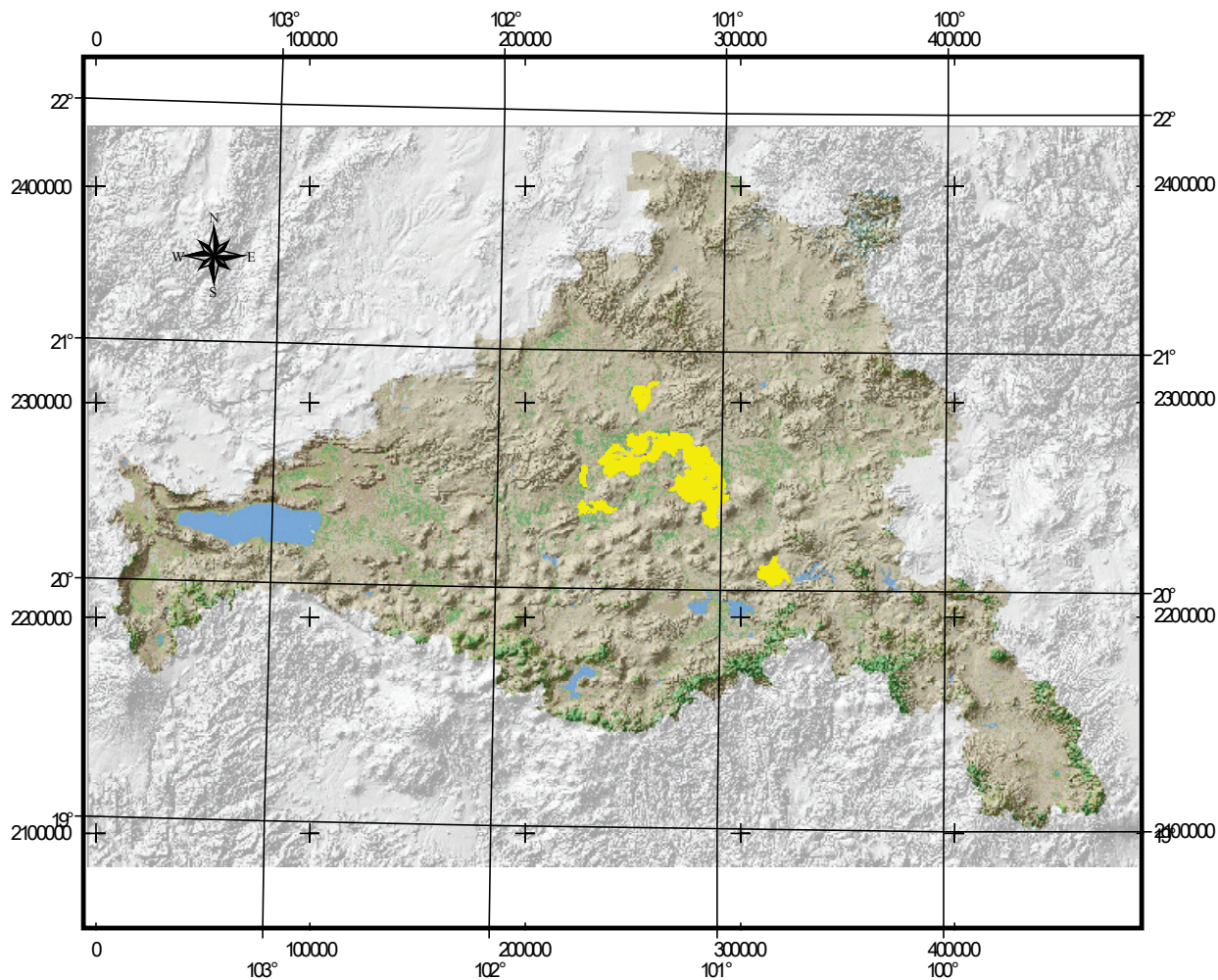
### **5.1.7. Fuentes de agua superficial y subterránea.**

Como se puede apreciar en la **Figura 5.4**, el Distrito de Riego 011 se encuentra dentro de la sub-cuenca intermedia de la cuenca hidrológica del Río Lerma.

Desde su inicio en las lagunas del Estado de México hasta la presa Solís ubicada en el estado de Guanajuato, la sub-cuenca tiene una superficie de 8,538 km<sup>2</sup>, equivalente al 16.3% del total de la cuenca; sus escurrimientos medios anuales se estiman en 1,018.4 Mm<sup>3</sup>, equivalentes al 18% de los escurrimientos totales de la cuenca Lerma-Chapala.

---

<sup>32</sup> El módulo Salvatierra no se ha integrado a dicha Sociedad de Responsabilidad Limitada



**Figura 5.4. Ubicación del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”<sup>33</sup>  
Región Hidrológica Lerma-Chapala**

Para la actividad agrícola, el Distrito de Riego 011 dispone de fuentes de abastecimiento de agua superficial y de agua subterránea.

Las superficies y concesiones se muestran en el **Cuadro 5.5**.

---

<sup>33</sup> Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua.  
Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Atlas Digital del Agua México 2012

**Cuadro 5.5. Superficies y volúmenes concesionados <sup>34</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**

Módulo	Superficie Total ha	Superficie Pozos Particulares ha	Superficie Gravedad ha	Porcentaje %	Presas Mm3	Pozos Oficiales Mm3
2 Salvatierra	16,168.15	4,075.87	12,092.28	15.87	124.777	7.86
3 Jaral	6,685.82	2,155.96	4,529.86	5.94	46.742	4.16
4 Valle	13,253.35	3,955.10	9,298.25	12.20	95.946	6.24
5 Cortázar	18,385.01	5,662.65	12,722.36	16.69	131.278	9.13
6 Salamanca	14,064.06	3,771.85	10,292.21	13.50	106.202	5.66
7 Irapuato	8,320.55	4,015.05	4,305.50	5.65	44.427	4.39
8 Abasolo	14,960.05	4,853.45	10,106.60	13.26	104.287	8.78
9 Huanímaro	3,777.47	1,058.62	2,718.85	3.57	28.055	4.39
10 Corralejo	1,525.20	831.15	694.05	0.91	7.162	3.35
11 Purísima	4,772.65	798.85	3,973.80	3.17	24.900	0.00
<b>Total:</b>	<b>110,620.22</b>	<b>32,847.44</b>	<b>77,772.78</b>	<b>100.00</b>	<b>786.410</b>	<b>55.69</b>

**a) Aguas Superficiales.**

El Río Lerma es la corriente superficial más importante de la cuenca del mismo nombre, drena una superficie de 52,500 km<sup>2</sup>, desde su nacimiento en las lagunas de Almoloya, Estado de México, hasta el Lago de Chapala, Jalisco, y tiene una longitud total superior a los 700 km, con una dirección general del escurrimiento de Este a Oeste. Además, entre las corrientes menores se ubican los ríos Guanajuato, y Turbio.

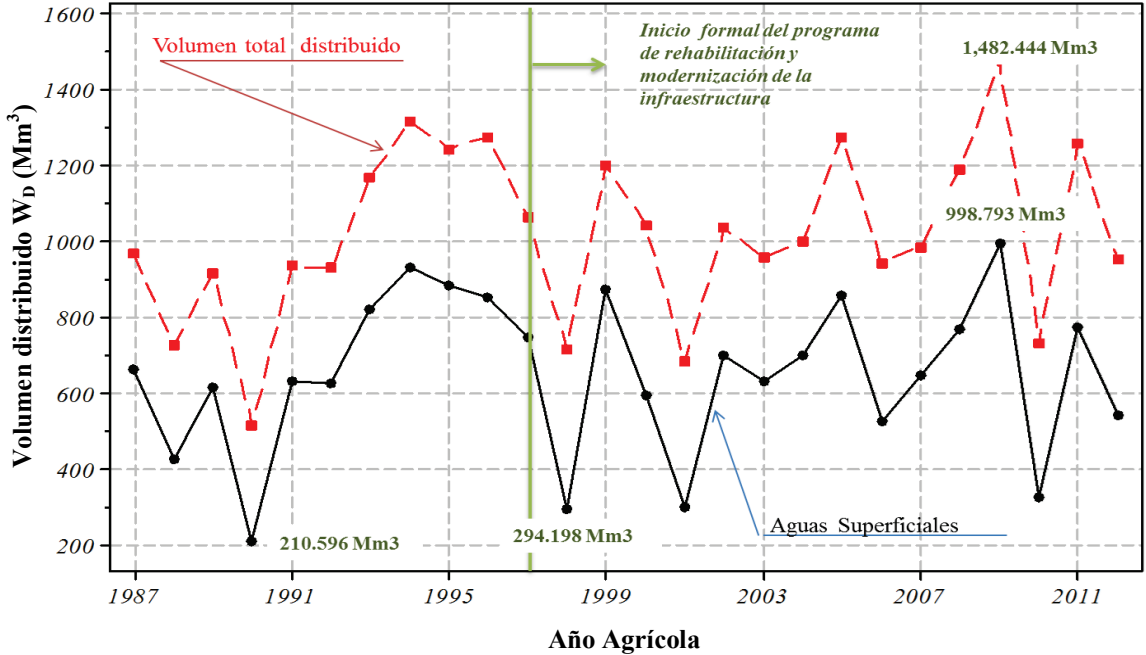
En estas corrientes se tienen construidas las presas Tepuxtepec, Solís, Laguna de Yuriria y La Purísima.

---

<sup>34</sup> Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011 y el REPDA



En el periodo de 1997-1998 a 2011-2012 (Ver **Figura 5.5**), el volumen promedio de aguas superficiales distribuido para beneficio del Distrito de Riego 011 es de 635.621 Mm<sup>3</sup>, con 998.793 Mm<sup>3</sup> en el año con mayor volumen disponible (2008-2009) y de 294.198 Mm<sup>3</sup> en el de mayor escasez (1997-1998).



**Figura 5.5. Volumen bruto total y de aguas superficiales distribuido por año <sup>35</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1986-1987 a 2011-2012**

**b) Aguas Subterráneas.**

El Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” beneficia y se ubica dentro de la circunscripción de los acuíferos: Silao-Romita, Pénjamo-Abasolo, Irapuato-Valle, Salvatierra-Acámbaro, Ciénega Prieta- Moroleón, Valle de Acámbaro, Pastor Ortiz-La Piedad y Valle de Celaya (Ver **Figura 5.6**).

<sup>35</sup> Elaboración propia, Datos procedentes de la Gerencia de Distritos de Riego, de la Comisión Nacional del Agua.

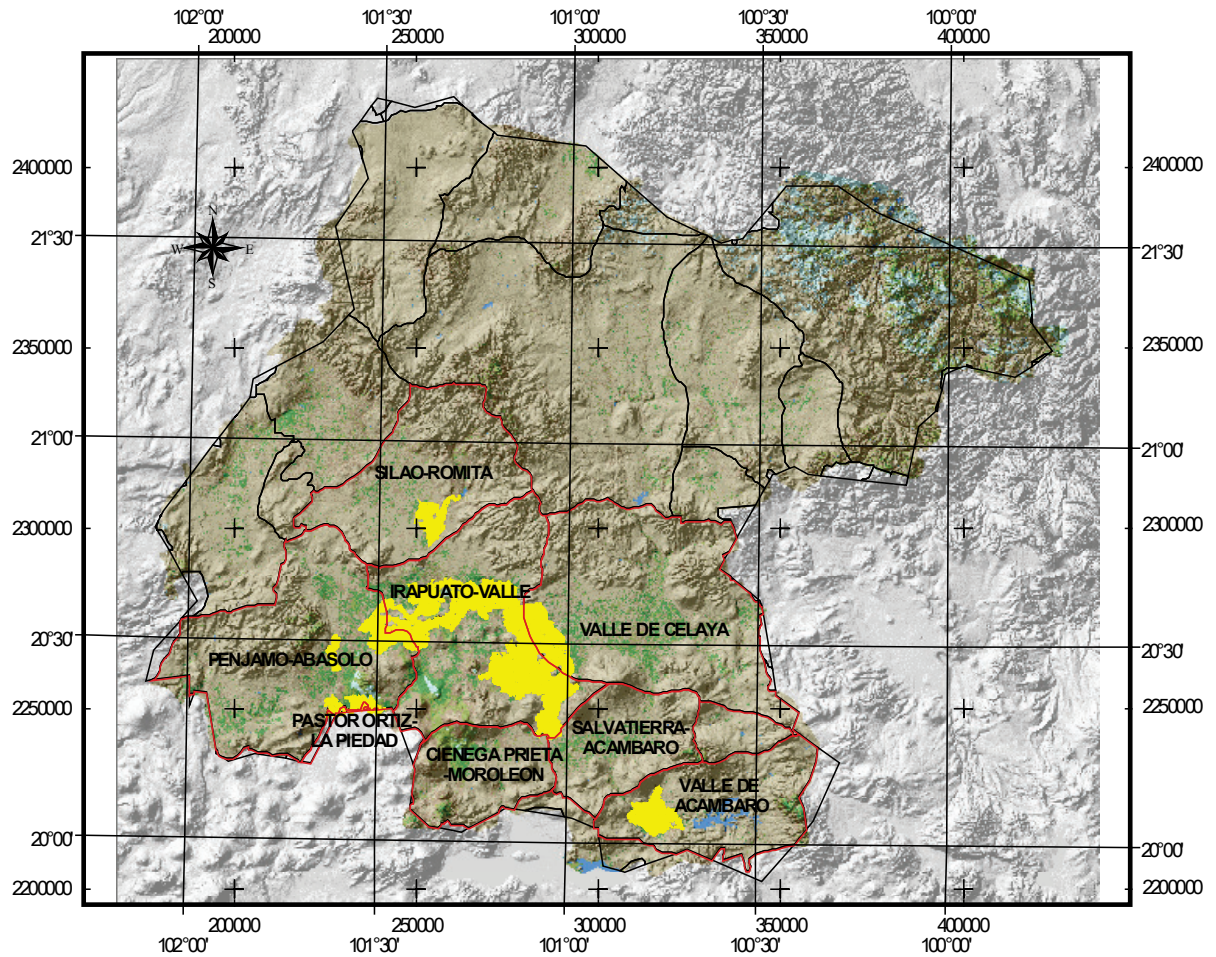


Figura 5.6. Acuíferos que interactúan con el Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”<sup>36</sup>

Los acuíferos que sustentan el abastecimiento del Distrito de Riego 011, contribuyen al establecimiento de más del 30% de la superficie de riego y presentan condiciones de sobre – explotación (Ver **Cuadro 5.6**) ya que están sujetos a un uso intensivo, no sólo por el compromiso de riego del propio distrito sino también por el de las unidades de riego asentadas en los mismos y por los otros usos que también requieren del agua proveniente de los mismos para su existencia y/o funcionamiento.

<sup>36</sup> Fuente: Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas

**Cuadro 5.6. Abatimiento de los acuíferos**<sup>37</sup>  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**

Municipio	Año de la campaña de medición / profundidad mínima y máxima del nivel estático (m)												Abatimiento promedio (m/año)
	1977	1980	1983	1986	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Acámbaro	--	--	--	--	20-40	20-100	20-180	20-90	20-90	20-90	20-89	20-87.5	0.5-1.0
Abasolo	--	25	--	--	--	--	50-90	45-85	42-103	--	42-100	35-101	0.5-1.4
Pénjamo	--	30	--	--	--	10-125	40-125	40-140	40-136	--	40-130	40-135	0.5-1.4
Cuerámbaro	--	30	--	--	--	--	50-70	45-85	58-76	--	50-60	50-66	0.5-1.4
Huanímaro	13	30	--	--	--	--	40-70	45-75	46-98	--	45-90	43-92	0.6-2.0
Irapuato	--	--	--	30-60	--	--	30-100	40-158	32-104	--	35-100	35-117	0.6-2.0
Salamanca	--	--	13	--	--	51-130	20-80	30-82	30-80	--	30-93	35-124	0.6-2.0
V. de Santiago	--	--	--	--	35	--	30-150	30-158	40-110	--	35-101	27-92	0.6-2.0
Romita	--	35	--	--	--	--	50-70	50-70	60-110	--	60-105	42-103	0.5-2.0

Los estudios de disponibilidad de aguas subterráneas realizados por CONAGUA mencionan que ésta, en todo el estado de Guanajuato, es negativa y alcanza los 839 Mm<sup>3</sup>/año, resultado de una recarga anual de 1,979 Mm<sup>3</sup>/año y una extracción total de 2,818 Mm<sup>3</sup>/año.

Por otra parte, los estudios correspondientes a 6 acuíferos (Silao-Romita, Río Turbio, Pénjamo-Abasolo, León, Irapuato- Valle y Valle de los Apaseos), realizados por Lesser y Asociados, S.A. de C.V. para la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG) al año 2000, afirman que la extracción anual promedio es de 2,428 Mm<sup>3</sup> mientras que la recarga anual promedio es de 1,910 Mm<sup>3</sup> con un déficit anual de 518 Mm<sup>3</sup>.

Si se considera que estos 6 acuíferos abarcan sólo el 41% de la superficie del estado y que la extracción alcanza el 86% de la reportada por CONAGUA, se deduce que es muy probable que el déficit real en el estado sea mucho mayor.

<sup>37</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG)

En lo que se refiere exclusivamente al Distrito de Riego 011, hasta el año de 1992-1993 el promedio de agua extraída de los pozos concesionados era de 25 Mm<sup>3</sup>, a partir de ese año la extracción se incrementó a los 55.7 Mm<sup>3</sup>.

Con respecto a las extracciones provenientes de los pozos particulares, las estadísticas oficiales muestran que, a partir del año 1993-1994, éstas han rebasado consistentemente los límites de las concesiones.

En el **Cuadro 5.7** se muestran las condiciones actuales de las concesiones y número de aprovechamientos de aguas subterráneas del Distrito de Riego 011, tal y como aparecen el Registro Público de los Derechos de Agua (REPDA).

**Cuadro 5.7. Volumen concesionado y superficie media irrigada**<sup>38</sup>  
**Pozos concesionados y particulares**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**

Federales (Concesionados a Usuarios)	
Volumen concesionado (Mm3)	76.9
Volumen medio extraído a partir de 1998 (Mm3)	55.7
Volumen medio extraído antes de 1998 (Mm3)	25.0
Número de pozos	174
Superficie*	5,002
Particulares	
Volumen concesionado (Mm3)	---
Volumen medio extraído (Mm3)	294.6
Número de pozos	1,541
Superficie	32,847

<sup>38</sup> Fuente:

Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011.

\* Nota.- El uso de los pozos concesionados es como apoyo al riego de aguas superficiales.

### c) Balance Hídrico.

La Cuenca Lerma - Chapala es asiento de una importante cantidad de población, cuya demanda de agua es elevada, siendo sus principales usos consuntivos la agricultura, el agua potable para consumo humano y la industria y teniendo además la presión de otros usos del tipo ecológico y turístico que demandan el establecimiento de restricciones cada vez mayores en el uso del agua del gran consumidor (por volumen) que es la agricultura (ver **Figura 5.7** y **Cuadros 5.8** y **5.9**).

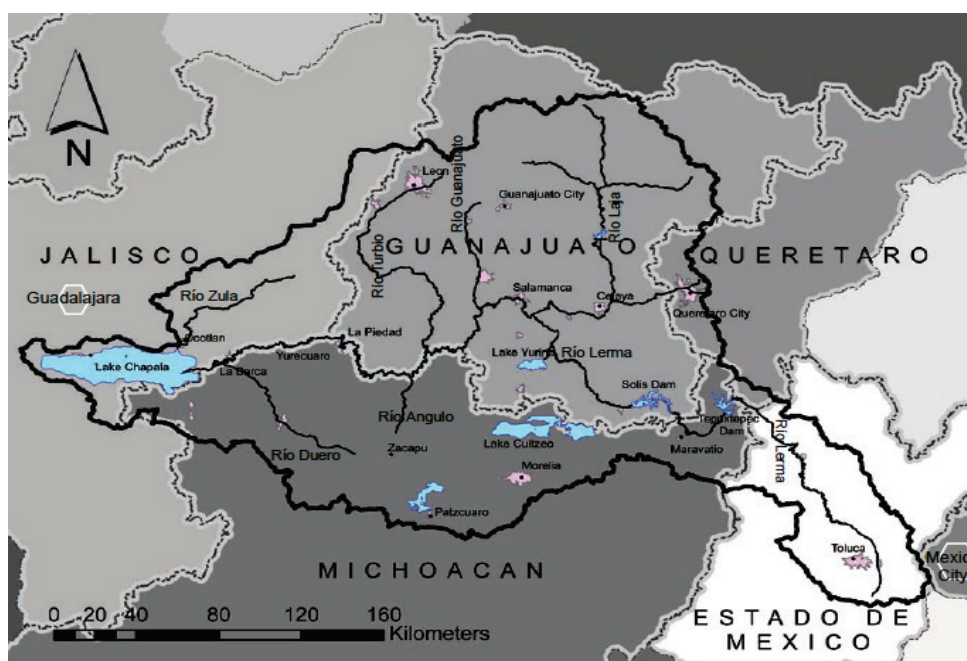


Figura 5.7. Estados, regiones y ríos en la Cuenca Lerma-Chapala<sup>39</sup>

Dentro de los usuarios agrícolas, los distritos de riego son los de mayor importancia tanto por la cantidad de superficie que tienen como por el consumo de agua superficial y subterránea y la producción generada.

---

<sup>39</sup> Ilustración tomada de Archivo Histórico del Agua (AHA), contenida en el DVD Riego y Gestión del Agua en la Cuenca Lerma-Chapala: Documentos para su Historia, 1896-1985, compilados por Isnardo Santos, Sergio Vargas y Eric Mollard.

**Cuadro 5.8. Balance Hídrico Cuenca Lerma-Chapala” (1985-2005)**<sup>39</sup>

Concepto	Agua Superficial		Agua Subterránea		Total	
	Mm <sup>3</sup>	%	Mm <sup>3</sup>	%	Mm <sup>3</sup>	%
Escorrentamiento / Recarga	5,757	100.0	3,980	100.0	9,737	100.0
Agricultura de Riego <sup>4</sup>	3,424	59.5	3,160	79.4	6,584	67.6
Uso Urbano <sup>1</sup>	40	0.7	751	18.9	791	8.1
Transferencia fuera de la Cuenca (U. Urbano) <sup>2</sup>	237	4.1	323	8.1	560	5.8
Industrial <sup>3</sup>	39	0.7	239	6.0	278	2.9
Otros	6	0.1	148	3.7	154	1.6
<b>Total Usos Consumitivos</b>	<b>3,746</b>	<b>65.1</b>	<b>4,621</b>	<b>116.1</b>	<b>8,367</b>	<b>85.9</b>
Evaporación de los cuerpos de agua	2,270	39.4	0	0.0	2,270	23.3
Extracción total	6,016	104.5	4,621	116.1	10,637	109.2
Balance <sup>5,6</sup>	-259	-4.3	-641	-13.9	-900	-8.5
Contribución al déficit		28.8		71.2		100.0

Notas.

1/ Comprende la Ciudad de Guadalajara.

2/ Exporta agua a la Ciudad de México y su zona conurbada.

3/ Concentra la tercera parte de la Industria Nacional de Transformación y el 20% del Comercio.

4/ La agricultura concentra el 66% del P.I.B.

5/ Disponibilidad al año 2000; aguas superficiales -677.6 Mm<sup>3</sup>, aguas subterráneas -842 Mm<sup>3</sup>

6/ La precipitación media de la cuenca se considera en 661.35 mm (periodo 1930-2005)

El distrito sobre el que se centra el presente trabajo es, dentro de la Cuenca Lerma-Chapala, el de mayor relevancia, al ser el más grande, como se puede ver en el **Cuadro 5.9.**

**Cuadro 5.9. Distritos de Riego en la Cuenca Lerma-Chapala**<sup>40</sup>

Distrito de Riego	Superficie Física (ha)
11 Alto Rio Lerma	110,620
13 Estado de Jalisco	26,570
20 Morelia-Queréndaro	19,860
24 Ciénega de Chapala	46,466
33 Estado de México	17,738
45 Tuxpan, Michoacán	9,749
61 Zamora, Michoacán	18,009
85 La Begoña	10,822
87 Rosario Mezquite	63,450
Suma:	303,424

<sup>39</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por Dirección Local Conagua en Guanajuato. 2010

<sup>40</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Gerencia de Distritos de Riego. 2010

En razón de lo anterior, el 13 de abril de 1989, los Ejecutivos Federal y de los Estados de Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Querétaro, firmaron un Acuerdo de Coordinación para llevar a cabo el programa de ordenamiento de los aprovechamientos hidráulicos y el saneamiento de la Cuenca Lerma-Chapala, con los objetivos de:

- La preservación de la calidad del agua y saneamiento;
- El ordenamiento y regulación de los usos del agua;
- El uso eficiente del agua y,
- El manejo y conservación de cuencas y corrientes.

Para su seguimiento, el 1º de septiembre de 1989, se constituyó el Consejo Consultivo, el cual a su vez, el 23 de agosto de 1990 forma un Grupo de Trabajo Técnico integrado con representantes de los miembros del propio Consejo.

En agosto de 1991 se firma un Acuerdo de Coordinación entre el Ejecutivos Federal y los Ejecutivos de los Estados de Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Querétaro para llevar a cabo un programa de coordinación especial sobre la disponibilidad, distribución y uso de las aguas superficiales de propiedad nacional comprendidas en la Cuenca Lerma-Chapala.

El Acuerdo de referencia se ha ido reestructurando conforme a las modificaciones y adiciones de la Ley de Aguas Nacionales y de su Reglamento, en el mismo se detalla el procedimiento para determinar el volumen máximo de extracción de agua superficial por autorizar a los usuarios en cada periodo, el cual comprende del 1º de noviembre de un año al 31 de octubre del año siguiente. El cuál se aplicó por primera vez para el año agrícola 1991-1992.

Para el 15 de octubre de 2003, se publica en el Diario Oficial de la Federación, el “Acuerdo por el que se dan a conocer las denominaciones y la ubicación geográfica de las diecinueve cuencas localizadas en la zona hidrológica denominada Río Lerma Chapala, así como la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas que comprende dicha zona hidrológica”.

El 30 de septiembre de 2004 el Grupo de Seguimiento y Evaluación del Consejo de Cuenca de la Cuenca Lerma-Chapala aprueba por unanimidad el “Estudio Técnico para la reglamentación de los recursos hidráulicos de la zona hidrológica río Lerma Chapala” y su publicación.

Bajo ese tenor, el 14 de Diciembre de 2004 se suscribe el “Convenio de Coordinación y Concertación que celebran el Ejecutivo Federal y los Ejecutivos de los Estados de Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Querétaro, y los representantes de los usuarios en los usos Público Urbano, Pecuario, Agrícola, Industrial, Acuícola y Servicios para llevar a cabo el programa sobre la disponibilidad, distribución y uso de las aguas superficiales de propiedad nacional del área geográfica Lerma – Chapala”.

En dicho Convenio se indican las políticas y procedimientos para determinar los volúmenes máximos de extracción de agua superficial para cada sistema de usuarios de agua potable, distritos de riego y subconjuntos de sistemas de pequeña irrigación a partir del año agrícola 2005-2006. Para el caso específico del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”, este Convenio cita:



*El volumen máximo de extracción para el caso del Distrito de Riego 011 incluido el módulo de Pastor Ortiz<sup>41</sup>, será el resultado de la aplicación de la siguiente ecuación matemática:*

*“ Cuando la magnitud de la suma de los escurrimientos superficiales generados en las cuencas río Lerma 1 (Alzate), río la Gavia (Ramírez), río Jaltepec (Tepetitlán), río Lerma 2 (Tepuxtepec) y río Lerma 3 (Solís) del periodo antecedente se ubique entre 0 y 999.00 Mm<sup>3</sup>, el volumen máximo de extracción será igual a 477.06 Mm<sup>3</sup>.*

*Cuando este escurrimiento sea mayor a 999.00 y menor o igual a 1,644.06 Mm<sup>3</sup>, el volumen máximo de extracción será igual al 74.08% de la suma del escurrimiento generado en las cuencas menos 263.12 Mm<sup>3</sup>. Finalmente cuando la suma de los escurrimientos generados en las cuencas sea mayor a los 1,644.06 Mm<sup>3</sup>, el volumen máximo de extracción será igual a 955 Mm<sup>3</sup>.*

*Para el caso de la distribución del agua para el módulo Pastor Ortiz, este será 5.68% (equivalente a 54.27 Mm<sup>3</sup> en demanda máxima) del volumen de agua asignado mediante la anterior ecuación. El módulo de Pastor Ortiz, será objeto de inversiones de modernización de la infraestructura de distribución del agua y la tecnificación del riego parcelario, misma que se realizará a partir del año 2005. El volumen de agua ahorrado se descontará del volumen de agua subterránea, el cual se dejará de extraer del acuífero para lograr su equilibrio. Además se invertirá en el módulo de Acámbaro del DR 011 para ahorrar al menos 11.75 Mm<sup>3</sup>”*

De forma paralela, se ha trabajado en lograr convenios similares para las aguas subterráneas.

---

<sup>41</sup> Este módulo pertenece al Distrito de Riego 087 “Rosario Mezquite” pero se incluye en la política de extracción de aguas superficiales del Distrito de Riego 011 por corresponderle la misma fuente.

#### d) Asignación de derechos de agua.

Un análisis de los documentos antes citados y de los volúmenes concesionados en el Sistema de Presas Tepuxtepec-Solís (970.6 Mm<sup>3</sup>) revela que existe sobre-concesión de las aguas superficiales en un 23% si se compara el volumen concesionado contra el que se recomienda entregar como volumen sustentable (745.7 Mm<sup>3</sup>). Ver Cuadros 5.10 y 5.11.

**Cuadro 5.10. Ecurrimiento promedio, volúmenes concesionados y sustentables** <sup>42</sup>  
**Presas en el Estado de Guanajuato**

Presa	Ecurrimiento promedio	Volumen (Mm <sup>3</sup> )			%
		Concesionado	Sustentable	Sobre-concesionado	
Sistema Tepuxtepec-Solís	962.8	970.6	745.7	224.9	23
Purísima	55.6	24.9	34.6	0.0	0
Suma	1,018.4	995.5	780.3	224.9	23
Ignacio Allende	184.6	109.9	98.9	11.0	10
Isidro Orozco Portugal	4.2	2.2	2.2	0.0	-
Suma	188.8	112.2	101.1	11.0	10
Total:	1,207.2	1,107.7	881.4	235.9	21

**Cuadro 5.11. Volúmenes concesionados y sustentables de aguas superficiales** <sup>43</sup>  
**Distritos de Riego en el Estado de Guanajuato**

Distrito de Riego	Concesionado			Sustentable			Reducción (ha)
	Vol. (Mm <sup>3</sup> )	Superficie (ha)	Lr (cm)	Vol. (Mm <sup>3</sup> )	Superficie (ha)	Lr (cm)	
011 Alto Río Lerma	786.4	110,620	71.1	682.8	83,064	82.2	27,556
045 Unidad Maravatío	55.0	4,012	137.1	55.0	4,012	137.1	0
087 Módulo Pastor Ortiz	42.5	3,593	118.3	42.5	3,593	118.3	0
Subtotal	883.9	118,225		780.3	90,669		27,556
085 La Begoña	112.2	9,717	115.4	101.1	8,763	115.4	954
Total	996.1	127,942		881.4	99,433		28,510

<sup>42</sup> Fuente: CONAGUA, 2002. Uso Sustentable del Agua en la Agricultura del Estado de Guanajuato.

<sup>43</sup> Fuente: CONAGUA, 2002. Uso Sustentable del Agua en la Agricultura del Estado de Guanajuato. En el Volumen Concesionado para el DR 011 se incluyen 115.1 Mm<sup>3</sup> provenientes de la Laguna de Yuriria.

Sin contar al módulo de riego Pastor Ortiz y tampoco las cantidades extraídas de pozos particulares, los volúmenes de riego concesionados a los módulos de riego que conforman al Distrito de Riego 011 hacen un total de 863.3 Mm<sup>3</sup> (786.4 Mm<sup>3</sup> provenientes de fuentes superficiales más 76.90 Mm<sup>3</sup> de agua subterránea).

Observando el **Cuadro 5.11**, se deduce que el volumen concesionado, de aguas superficiales, al Distrito de Riego 011 es de 786.4 Mm<sup>3</sup> y el volumen sustentable es de 682.8 Mm<sup>3</sup>, cantidad que es superior a los 680.559 Mm<sup>3</sup>, volumen<sup>44</sup> que en promedio le ha sido asignado en el periodo 2005-2006 a 2011-2012 (vigencia del Convenio firmado el 14 de diciembre de 2004). Sin embargo, el análisis año por año indica que no se ha respetado dicho Convenio, ni se ha cumplido con el principio de reserva de agua con fines de planeación: en los años 2007-2008 y 2008-2009 se extrajeron 769.349 y 998.793 Mm<sup>3</sup> para luego caer a una extracción de tan solo 324.339 Mm<sup>3</sup> en 2009-2010, el fenómeno aunque menos grave se repitió en los últimos dos años ya que en 2010-2011 se vuelve a extraer un mayor volumen al acordado (775.921 Mm<sup>3</sup>) para que en 2011-2012 se extraigan sólo 540.840 Mm<sup>3</sup>.

#### **5.1.8. Estructura de la producción agrícola.**

Las temperaturas y humedades relativas del área donde se ubica el Distrito de Riego 011 son favorables a los cultivos de cereales y forrajes. Sin embargo las bajas temperaturas de diciembre y enero (mes más frío) provocan riesgos de hielo y pueden alterar el desarrollo de los cultivos y la degradación de los residuos si se utiliza la siembra directa.

---

<sup>44</sup> En el calculo realizado no se considera el agua asignada al Módulo de Riego Pastor Ortiz del D.R. 087.

Los principales cultivos son trigo, cebada, sorgo y maíz, representan cerca de 85% del área cosechada; adicionalmente, hay producción importante de alfalfa y hortalizas.

Considerando ambas fuentes de abastecimiento (aguas superficiales y subterráneas), la superficie física promedio, sembrada en el Distrito de Riego 01 durante el periodo de 1979-1980 a 1990-1991, fue de 94,697 ha, con un índice de intensidad en el uso de la tierra de 1.33 y una superficie cosechada de 126,693 ha.

Estos promedios se elevan, en el periodo de 1991-1992 a 2011-2012, a 98,598 ha de superficie física sembrada, 154,542 ha de superficie cosechada y por tanto, la intensidad de uso de la tierra ó índice de repetición, se incrementa a 1.57. En los **Cuadros 5.12** y **5.13** se observa el detalle por año.

**Cuadro 5.12. Superficie física regada y cosechada por ciclo**<sup>45</sup>  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1979-1980 a 1990-1991**

Año Agrícola	O-I (ha)	Perenes (ha)	P-V (ha)	Segundos Cultivos (ha)	Superficie Física Regada (ha)	Superficie Cosechada (ha)
1979-1980	23,579	3,595	61,700	10,583	88,874	99,457
1980-1981	29,515	4,202	63,717	20,134	97,434	117,568
1981-1982	31,752	4,686	62,970	32,008	99,408	131,416
1982-1983	27,567	4,829	65,711	22,820	98,107	120,927
1983-1984	60,589	5,132	33,409	50,834	99,130	149,964
1984-1985	72,123	5,264	17,715	59,973	95,102	155,075
1985-1986	59,168	5,109	19,659	359	83,936	84,295
1986-1987	68,722	5,397	26,792	63,593	100,911	164,504
1987-1988	27,932	5,573	69,767	32,965	103,272	136,237
1988-1989	79,664	5,317	9,104	31,212	94,085	125,297
1989-1990	30,125	4,792	49,051	30,504	83,968	114,472
1990-1991	69,425	5,716	16,995	28,966	92,136	121,102

<sup>45</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

**Cuadro 5.13. Superficie física regada y cosechada por ciclo** <sup>46</sup>  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1991-1992 a 2011-2012**

Año Agrícola	O-I (ha)	Perenes (ha)	P-V (ha)	Segundos Cultivos (ha)	Superficie Física Regada (ha)	Superficie Cosechada (ha)
1991-1992	67,594	5,035	18,613	54,112	91,242	145,354
1992-1993	68,121	5,440	27,428	55,451	100,989	156,440
1993-1994	74,737	6,027	25,385	66,921	106,149	173,070
1994-1995	75,581	6,471	16,087	57,238	98,139	155,377
1995-1996	80,300	5,956	12,042	64,158	98,298	162,456
1996-1997	76,796	5,120	10,996	64,243	92,912	157,155
1997-1998	32,209	5,529	60,355	26,085	98,093	124,178
1998-1999	68,188	7,047	21,119	68,933	96,354	165,287
1999-2000	47,446	8,341	47,518	39,691	103,305	142,996
2000-2001	26,702	7,653	65,791	22,058	100,146	122,204
2001-2002	65,951	7,926	24,135	63,677	98,012	161,689
2002-2003	74,770	7,129	14,579	65,290	96,478	161,768
2003-2004	77,104	5,416	15,966	68,133	98,486	166,619
2004-2005	76,417	5,248	16,551	75,334	98,216	173,549
2005-2006	54,772	5,242	36,901	30,046	96,915	126,960
2006-2007	66,150	5,742	25,206	64,979	97,099	162,078
2007-2008	80,039	6,397	16,591	68,790	103,027	171,817
2008-2009	80,806	5,710	16,484	75,445	102,999	178,444
2009-2010	29,365	6,664	65,683	24,708	101,712	126,420
2010-2011	79,793	5,999	10,512	67,879	96,304	164,183
2011-2012	67,959	6,144	21,583	51,653	95,686	147,339

De la observación a los Cuadros 5.14, 5.15 y 5.16 se puede resaltar:

- Incremento en la intensidad en el uso del suelo después de la transferencia. Este incremento en la superficie cosechada es de más de 30,000 hectáreas en la superficie cosechada promedio al comparar la superficie cosechada en el periodo de 1979-1980 a 1990-1991 con el periodo de 1991-1992 a 2011-20102.
- Incremento en el rendimiento promedio por hectárea en el periodo 1996-1997 a 2011-2012 al compararlo con el que se obtuvo al inicio de la transferencia (1991-1992 a 1995-1996) y en el periodo inmediato anterior a ésta (1979-1980 a 1990-1991)

<sup>46</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

**Cuadro 5.14. Indicadores de producción**<sup>47</sup>  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1979-1980 a 1990-1991**

Año Agrícola	Superficie Física (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Intensidad del uso de la tierra	Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	PMR (\$/Ton)	Valor de la producción (miles de \$)
1979-1980	88,874	99,457	1.12	7.50	745,928	4,102.87	3,060,440.97
1980-1981	97,434	117,568	1.21	7.90	928,787	3,617.83	3,360,190.85
1981-1982	99,408	131,416	1.32	8.80	1,156,461	2,994.57	3,463,098.78
1982-1983	98,107	120,927	1.23	8.90	1,076,250	2,897.46	3,118,397.23
1983-1984	99,130	149,964	1.51	8.40	1,259,698	3,533.40	4,451,015.39
1984-1985	95,102	155,075	1.63	8.70	1,349,153	3,060.41	4,128,964.42
1985-1986	83,936	84,295	1.00	8.60	724,937	2,238.83	1,623,008.61
1986-1987	100,911	164,504	1.63	8.40	1,381,834	2,443.91	3,377,071.53
1987-1988	103,272	136,237	1.32	8.90	1,212,509	3,300.07	4,001,367.23
1988-1989	94,085	125,297	1.33	7.80	977,317	3,312.28	3,237,144.80
1989-1990	83,968	114,472	1.36	10.70	1,224,850	2,732.07	3,346,377.37
1990-1991	92,136	121,102	1.31	9.70	1,174,689	3,464.33	4,069,509.49
Media	94,697	126,693	1.33	8.69	1,101,034	3,141.50	3,436,382.22

Nota.- El Precio medio rural y el valor de la producción se encuentran en precios constantes de 2010

**Cuadro 5.15. Indicadores de producción**<sup>48</sup>  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1991-1992 a 1995-1996 (En la transición de la Transferencia)**

Año Agrícola	Superficie Física (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Intensidad del uso de la tierra	Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	PMR (\$/Ton)	Valor de la producción (miles de \$)
1991-1992	91,242	145,354	1.59	7.95	1,155,564	3,003.71	3,470,980.36
1992-1993	100,989	156,440	1.55	8.31	1,300,016	2,840.36	3,692,509.21
1993-1994	106,149	173,070	1.63	8.34	1,443,404	2,658.38	3,837,111.36
1994-1995	98,139	155,377	1.58	9.37	1,455,882	2,846.29	4,143,870.90
1995-1996	98,298	162,456	1.65	9.28	1,507,592	2,403.19	3,623,027.71
Media	98,963	158,539	1.60	8.65	1,372,492	2,750.39	3,753,499.91

Nota.- El Precio medio rural y el valor de la producción se encuentran en precios constantes de 2010

<sup>47</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

<sup>48</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

**Cuadro 5.16. Indicadores de producción**<sup>49</sup>  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012 (vigencia del PRMDR)**

Año Agrícola	Superficie Física (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Intensidad del uso de la tierra	Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	PMR (\$/Ton)	Valor de la producción (miles de \$)
1996-1997	92,912	157,155	1.69	8.73	1,372,299	2,570.67	3,527,701.39
1997-1998	98,093	124,178	1.27	10.44	1,296,247	2,489.71	3,227,287.92
1998-1999	96,354	165,287	1.72	8.91	1,472,562	2,277.77	3,354,161.44
1999-2000	103,305	142,996	1.38	9.90	1,415,705	2,476.66	3,506,212.09
2000-2001	100,146	122,204	1.22	9.96	1,217,052	2,097.00	2,552,165.81
2001-2002	98,012	161,689	1.65	8.97	1,450,219	2,259.46	3,276,712.73
2002-2003	96,478	161,768	1.68	7.98	1,290,203	2,242.85	2,893,731.93
2003-2004	98,486	166,619	1.69	9.26	1,544,125	2,151.89	3,322,791.11
2004-2005	98,216	173,549	1.77	9.09	1,577,353	2,109.17	3,326,904.87
2005-2006	96,915	126,960	1.31	9.76	1,239,523	2,351.65	2,914,929.47
2006-2007	97,099	162,078	1.67	8.88	1,439,606	2,990.66	4,305,367.07
2007-2008	103,027	171,817	1.67	8.62	1,491,542	3,097.83	4,620,536.49
2008-2009	102,999	178,446	1.73	8.97	1,600,184	2,730.90	4,369,936.74
2009-2010	101,712	126,422	1.24	9.80	1,238,477	3,010.16	3,728,015.58
2010-2011	96,304	164,183	1.70	9.24	1,517,587	3,878.57	5,886,075.04
2011-2012	95,686	147,339	1.54	9.20	1,355,972	3,558.70	4,825,488.96
Media	98,484	153,293	1.56	9.23	1,407,416	2,643.35	3,727,376.16

Nota.- El Precio medio rural y el valor de la producción se encuentran en precios constantes de 2010

En el **Cuadro 5.17** se puede apreciar:

- Un descenso ligero paulatino en el número de jornales utilizados.
- Un incremento en la productividad del agua y de la tierra cuando esta productividad es medida en relación al valor de la producción, pero no se aprecia un incremento sustantivo en la productividad al medirla respecto a la cantidad de producto generado por metro cúbico de agua utilizado.

<sup>49</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

**Cuadro 5.17. Indicadores de productividad**<sup>50</sup>  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012 (vigencia del PRMDR)**

Año Agrícola	Jornales generados (J)	Beneficio Neto (miles de \$)	Productividad del agua		Productividad de la tierra (\$/ha)	Volumen Bruto de agua (miles de m <sup>3</sup> )
			(\$/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )		
1996-1997	2,574,776	995,601.32	3.31	1.288	22,447.27	1,065,662.80
1997-1998	2,562,551	1,131,929.26	4.50	1.809	25,989.21	716,695.70
1998-1999	3,241,884	591,048.36	2.79	1.225	20,292.95	1,201,620.20
1999-2000	3,483,276	961,188.88	3.36	1.355	24,519.65	1,044,908.70
2000-2001	2,746,204	434,960.56	3.77	1.797	20,884.42	677,116.80
2001-2002	2,907,442	573,100.78	3.16	1.400	20,265.53	1,035,669.00
2002-2003	2,680,259	244,756.89	3.01	1.344	17,888.16	960,021.80
2003-2004	2,904,847	539,771.19	3.31	1.540	19,942.45	1,002,376.51
2004-2005	2,620,406	384,572.26	2.60	1.232	19,169.80	1,280,319.54
2005-2006	2,286,352	637,270.37	3.08	1.311	22,959.43	945,793.37
2006-2007	2,576,903	1,583,307.24	4.36	1.458	26,563.30	987,523.50
2007-2008	2,694,613	1,724,488.17	3.88	1.254	26,892.48	1,189,400.75
2008-2009	2,657,407	1,405,812.06	2.95	1.079	24,488.85	1,482,444.03
2009-2010	2,247,470	1,557,541.16	5.10	1.693	29,488.66	731,421.02
2010-2011	2,548,313	3,234,074.90	4.67	1.203	35,850.60	1,261,284.67
2011-2012	2,222,006	2,404,625.77	5.07	1.424	32,751.01	952,243.00
Promedios	2,684,669	1,150,253.07	3.68	1.401	24,399.61	1,033,406.34

<sup>50</sup> Notas:

Los valores se encuentran convertidos a precios constantes de 2010

Los jornales fueron calculados tomando como base los requerimientos medios de mano de obra para cada cultivo.

La productividad de la tierra considera la superficie cosechada como base.

Por así calcularse bajo la metodología oficial: En el cálculo de la productividad y de la lámina solo se considera el volumen distribuido proveniente de fuentes de aprovechamiento oficiales, no se considera la precipitación.

Para obtener el beneficio neto al valor de producción obtenido para cada cultivo se restaron los costos de producción medios para el mismo.

Los años indicados en rojo estuvieron sujetos a sequía

Fuente:

Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

Los datos de jornales medios por cultivo y de costos de producción por hectarea y cultivo se tomaron de la base de datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.



### **5.1.8.1. Reconversión de cultivos.**

La apertura comercial generada por el Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos de América y Canadá y la oportunidad que vio la industria cervecera en el cultivo de cebada “maltera” en El Bajío han incidido, más que cualquier otro factor, en la transformación del patrón de cultivos.

#### **a) hortalizas**

Casi toda la producción se exporta a la Unión Americana. La ubicación del Distrito de Riego 011 y del Bajío en sí, así como su rápido acceso -vía terrestre- a las rutas comerciales de la costa Este de los Estados Unidos, les favoreció con bajos costos en los fletes, lo cual, a su vez, se convirtió en una ventaja competitiva sobre California y otros productores en la lucha por el mercado estadounidense del Atlántico, generándose el auge de su siembra.

Las condiciones del mercado en cuanto a demanda y facilidad de acceso al mismo, así como los problemas de rentabilidad de los cultivos básicos perfilarían una tendencia en el grupo horticultor hacia el control de una mayor porción de las tierras de riego. Sin embargo, esta reconversión masiva no es factible pues los altos requerimientos financieros, técnicos y organizativos que caracterizan a esta agroindustria así como la alta sensibilidad del mercado internacional hortícola a la oferta y demanda de producto han propiciado que la siembra de hortalizas en el Distrito de Riego 011, después de alcanzar hasta un 10.5% de la superficie cosechada en el año de 1999-2000 (Ver **Cuadro 5.18** y **Figura 5.8**), haya ido en decremento hasta estabilizarse en los últimos años en alrededor del 6% de la superficie cosechada por año agrícola.

**Cuadro 5.18. Superficie cosechada de hortalizas<sup>51</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

Año Agrícola	Superficie cosechada (ha)					Total	Todos los cultivos	% que ocupan las hortalizas
	O.I.	Perenes	P.V.	S.C.				
1996-1997	6,174	710	893	769		8,546	157,155	5.44
1997-1998	5,669	465	1,945	867		8,946	124,178	7.20
1998-1999	7,402	942	2,639	1,933		12,916	165,287	7.81
1999-2000	8,300	1,076	2,830	2,752		14,958	142,996	10.46
2000-2001	6,230	875	2,734	1,092		10,931	122,204	8.94
2001-2002	6,429	804	1,546	1,116		9,895	161,689	6.12
2002-2003	6,368	696	1,364	387		8,815	161,768	5.45
2003-2004	6,649	523	2,131	1,029		10,332	166,619	6.20
2004-2005	5,566	652	1,103	603		7,924	173,549	4.57
2005-2006	5,152	623	2,268	138		8,181	126,960	6.44
2006-2007	5,865	1,019	1,289	391		8,564	162,078	5.28
2007-2008	6,676	1,453	726	438		9,293	171,817	5.41
2008-2009	6,166	1,341	484	491		8,482	178,446	4.75
2009-2010	4,576	1,784	1,129	422		7,911	126,422	6.26
2010-2011	4,980	2,020	160	272		7,432	164,183	4.53
2011-2012	2,996	1,846	609	1,466		6,917	147,339	4.69
Media	5,950	1,052	1,491	885		9,378	153,293	6.22

En relación con el agua, el sector hortícola en el momento de mayor auge, en 1999-2000, llegó a utilizar hasta el 14.1 % del volumen distribuido y el 19.7% del volumen consumido, para luego descender paulatinamente hasta el nivel actual en que utiliza alrededor del 7% del volumen consumido y distribuido.

Un análisis retrospectivo sobre el cultivo de hortalizas (Ver **Figura 5.9**) arroja que las hortalizas que se cultivan en el ciclo otoño-invierno tienden a disminuir, al mismo tiempo que se incrementa el cultivo de las perenes; sin embargo, este análisis no puede ser concluyente, sin revisar las circunstancias que marcan las tendencias presentes y futuras del mercado.

<sup>51</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

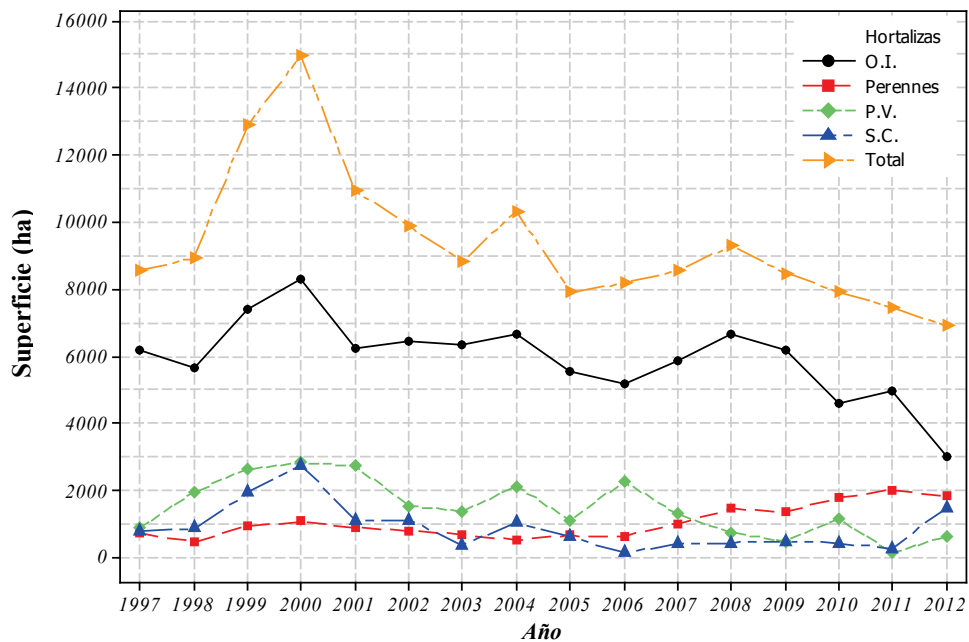


Figura 5.8. Superficie cosechada, hortalizas<sup>52</sup>  
 Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”  
 Periodo 1996-1997 a 2011-2012

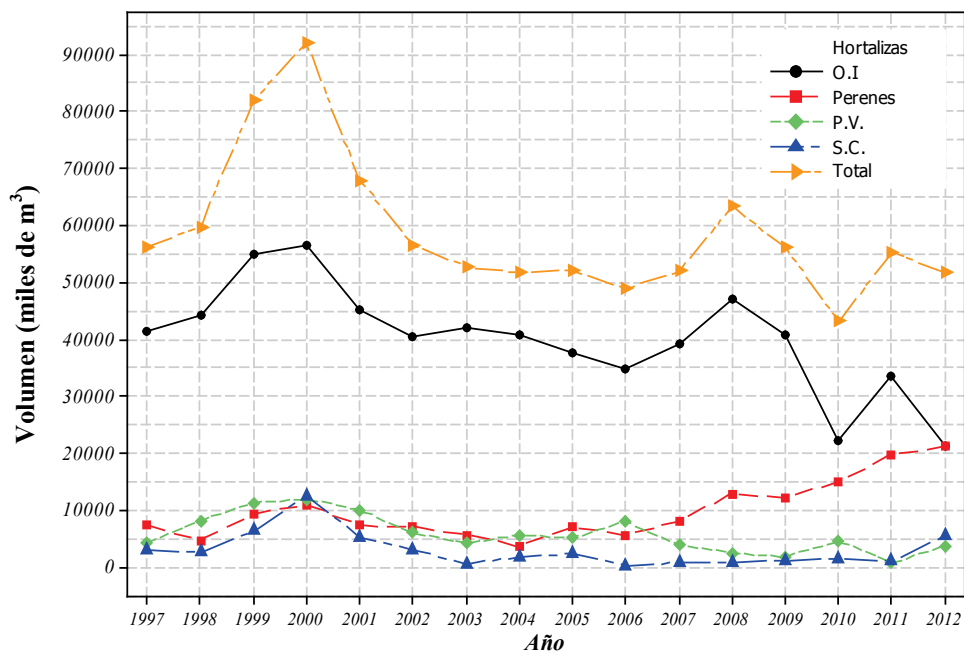


Figura 5.9. Volumen utilizado, hortalizas<sup>53</sup>  
 Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”  
 Periodo 1996-1997 a 2011-2012

<sup>52</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

<sup>53</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

De cualquier forma, la orientación de la producción hacia la exportación, los requerimientos en cantidad y oportunidad de riego, así como las exigencias de los mercados externos respecto a la calidad del agua, permiten explicar que se esté desistiendo del uso de aguas superficiales del Distrito de Riego y al mismo tiempo conjeturar que en su lugar se está incrementando su cultivo en unidades de riego cuya fuente de aprovechamiento es el agua subterránea proveniente de los pozos particulares.

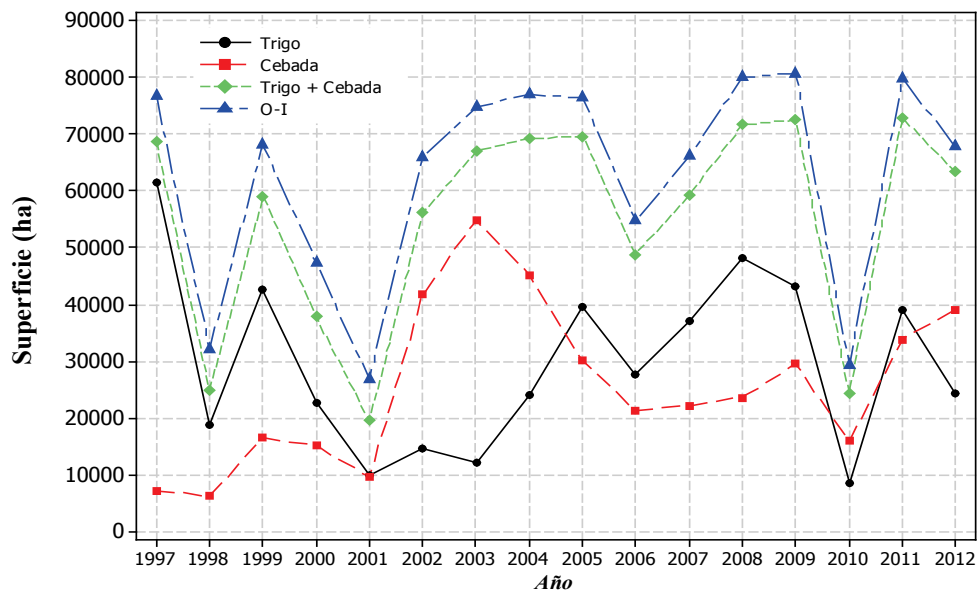
#### **b) Trigo vs cebada en el Ciclo Otoño-Invierno**

Hasta 1999, el trigo era el cultivo más importante para el ciclo de Otoño-Invierno, incidencia especial en este hecho tenía la subvención que el gobierno daba a su siembra. Por otra parte, la cebada siempre se produjo en Guanajuato y en específico en el Distrito de Riego 011, pero su proporción era insignificante hasta que la empresa Impulsora Agrícola, S.A. de C.V. y un par de años secos establecieron las condiciones que han estimulado el crecimiento del cultivo de cebada en el distrito de riego:

- En los años 1988-1989 y 1989-1990 la superficie cosechada de cebada en el Distrito de Riego 011 fue menor al 5% del total, en cambio la de trigo era de alrededor del 52% de toda la superficie cosechada en el Distrito de Riego.
  
- En los años 1997 y 1998 se gesta una severa escasez de agua en el Distrito de Riego 011. Una de las medidas adoptadas para hacer “el mejor” uso del agua existente fue el cambio del trigo a cebada ya que ésta necesita sólo tres riegos mientras que el trigo requiere de cuatro por ciclo vegetativo.

- Impulsora Agrícola, S.A. de C.V. es la empresa proveedora de todas las industrias cerveceras de México. En los años de sequía antes mencionados (Ciclo O-I 1998-1999), la empresa estableció una política de agricultura de contrato a gran escala y a la fecha mantiene un virtual monopolio sobre la comercialización del grano.

Como se puede ver, el cambio de trigo a cebada en las postrimerías de los noventas e inicios del nuevo siglo, se da, no sólo porque requiere menos agua que el trigo, sino también porque tiene un precio seguro y con frecuencia mayor rentabilidad. Actualmente, tiende a establecerse un equilibrio en la superficie sembrada de ambos cultivos. En la **Figura 5.10** y el **Cuadro 5.19** se puede observar la fluctuación de la superficie sembrada y cosechada de trigo y cebada en el periodo analizado.



**Figura 5.10. Superficie cosechada en otoño-invierno, trigo y cebada<sup>54</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

<sup>54</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

**Cuadro 5.19. Superficie cosechada en otoño-invierno, trigo y cebada<sup>55</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

Año Agrícola	Superficie cosechada (ha)			Ciclo O-I
	Trigo	Cebada	Trigo + Cebada	
1996-1997	61,408	7,242	68,650	76,796
1997-1998	18,800	6,176	24,976	32,209
1998-1999	42,510	16,534	59,044	68,188
1999-2000	22,737	15,079	37,816	47,446
2000-2001	9,969	9,537	19,506	26,702
2001-2002	14,510	41,745	56,255	65,951
2002-2003	12,080	54,890	66,970	74,770
2003-2004	24,051	45,201	69,252	77,104
2004-2005	39,541	30,072	69,613	76,417
2005-2006	27,650	21,229	48,879	54,772
2006-2007	37,071	22,186	59,257	66,152
2007-2008	48,066	23,605	71,671	80,039
2008-2009	43,096	29,499	72,595	80,805
2009-2010	8,426	15,902	24,328	29,367
2010-2011	38,953	33,886	72,839	79,793
2011-2012	24,284	39,120	63,404	67,959

De cualquier forma la fluctuación en la relación entre ambos cultivos, sin duda que tiene impacto en el ahorro de agua y la lámina utilizada, máxime que la sustitución de cada 1,000 ha de trigo por cebada supone un ahorro aproximado de 2.7 Mm<sup>3</sup>.

Obsérvese en la **Figura 5.11** como el incremento o decremento de la superficie de trigo incide de forma significativa sobre el volumen consumido por los cultivos en Otoño-Invierno; en cambio para la cebada, la incidencia es con mucho, menos significativa.

<sup>55</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

De hecho, si se pretende utilizar una medida global de lámina de riego por superficie irrigada como indicador del ahorro del agua, el cultivar o no cultivar trigo en un determinado año tiene un impacto significativo en el valor de la lámina de riego.

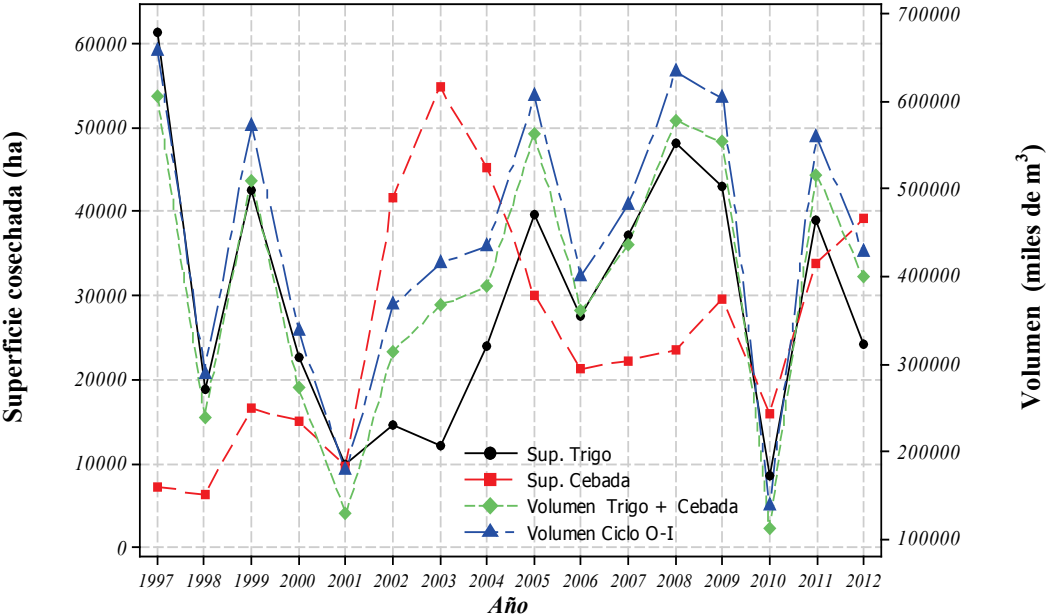
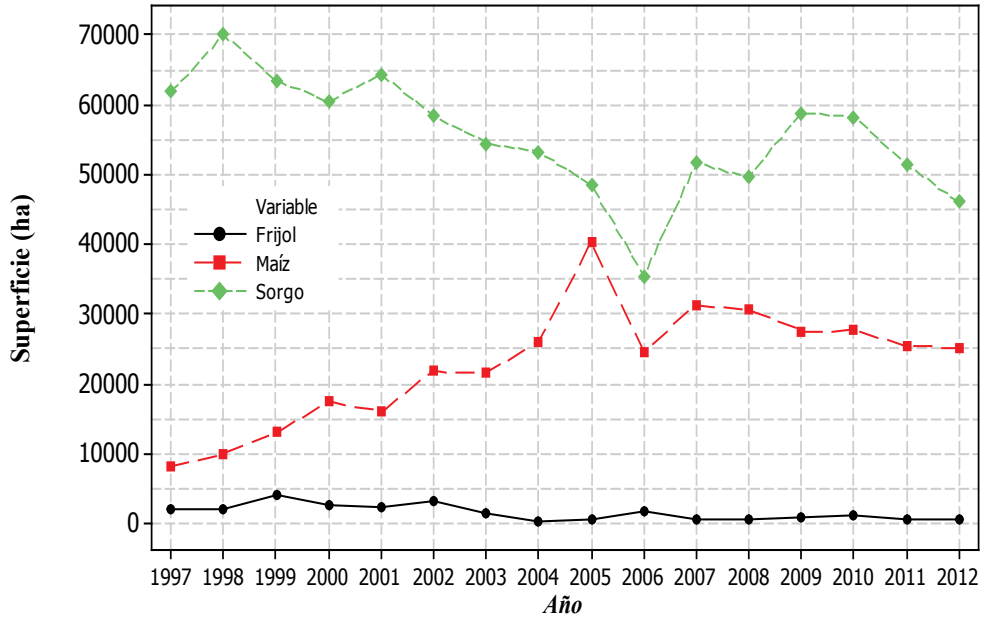


Figura 5.11. Superficie cosechada y volumen utilizado otoño-invierno, trigo y cebada<sup>56</sup>  
 Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”  
 Periodo 1996-1997 a 2011-2012

**c) Maíz y sorgo.**

El maíz y el sorgo son típicamente los cultivos del ciclo P-V, y son en su mayoría cultivados en condiciones de secano. La elección de maíz o sorgo principalmente es guiada por los mercados; esto ocasiona que, de un año agrícola al siguiente, se presente una gran fluctuación en la superficie que uno u otro ocupa (Ver **Figura 5.12**)

<sup>56</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011



**Figura 5.12. Superficie cosechada primavera-verano y segundos cultivos, maíz, sorgo y frijol <sup>57</sup>  
Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”  
Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

En el **Cuadro 5.20** se observa como entre ambos cultivos ocupan un rol mayoritario en el ciclo primavera-verano y como, salvo en el año agrícola 1999-2000 llegan a ocupar más del 95% de la superficie sembrada en el sub-ciclo “segundos cultivos”.

Si los agricultores tienen acceso al agua subterránea o al agua superficial, el cultivo se puede establecer un par de semanas antes de que lleguen las lluvias, dando a los cultivos más posibilidades de sobrevivir y, en muchos casos, de una mayor producción. Si no llueve, los agricultores con riego pueden salvar sus cultivos con un turno de riego.

<sup>57</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011



**Cuadro 5.20. Superficies cosechada primavera-verano y segundos cultivos, maíz y sorgo**<sup>58</sup>  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

Año Agrícola	Superficie cosechada (ha)							
	Maíz G. P.V.	Sorgo P.V.	Maíz + Sorgo P.V.	Ciclo P.V.	Maíz G. S.C.	Sorgo S.C.	Maíz + Sorgo S.C.	Segundos Cultivos
1996-1997	2,268	4,639	6,907	10,996	5,896	57,191	63,087	64,243
1997-1998	7,004	48,102	55,106	60,355	2,989	21,972	24,961	26,085
1998-1999	3,886	6,106	9,992	21,119	9,144	57,420	66,564	68,933
1999-2000	11,040	31,441	42,481	47,518	6,470	29,023	35,493	39,691
2000-2001	10,671	48,987	59,658	65,791	5,381	15,376	20,757	22,058
2001-2002	6,819	11,715	18,534	24,135	15,001	46,775	61,776	63,677
2002-2003	5,241	6,016	11,257	14,579	16,238	48,496	64,734	65,290
2003-2004	6,511	5,792	12,303	15,966	19,532	47,533	67,065	68,133
2004-2005	8,924	5,196	14,120	16,551	31,352	43,252	74,604	75,333
2005-2006	15,145	15,346	30,491	36,902	9,487	20,124	29,611	30,044
2006-2007	7,471	10,959	18,430	25,207	23,752	40,714	64,466	64,978
2007-2008	5,046	6,935	11,981	16,592	25,599	42,614	68,213	68,788
2008-2009	4,592	7,501	12,093	16,485	23,136	51,377	74,513	75,446
2009-2010	16,324	45,442	61,766	65,683	11,303	12,785	24,088	24,708
2010-2011	3,379	6,899	10,277	10,512	21,817	44,547	66,363	67,879
2011-2012	7,398	13,572	20,970	21,583	17,706	32,482	50,187	51,653

En la **Figuras 5.13** y **5.14** se puede observar la relación entre la siembra del maíz y del sorgo en segundos cultivos, respectivamente y los registros de lluvia de los meses de mayo a octubre del año anterior.

En las **Figuras 5.15** y **5.16** se puede observar como inciden el maíz y el sorgo en el volumen de agua requerido en el ciclo primavera-verano y en segundos cultivos, respectivamente.

<sup>58</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

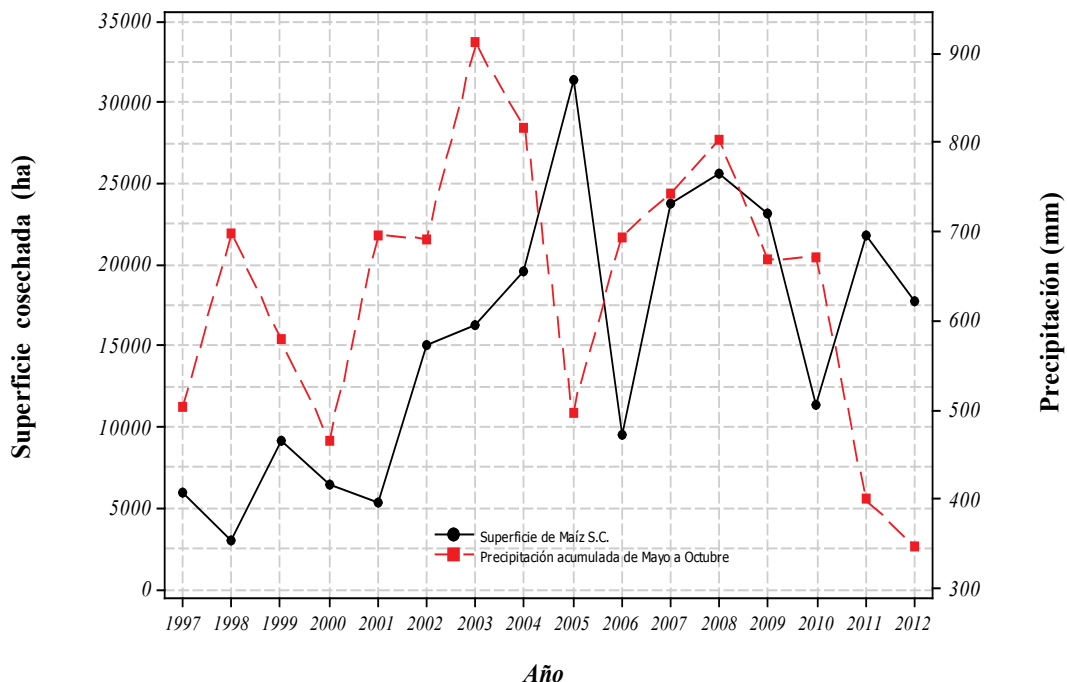


Figura 5.13. Superficie cosechada maíz (segundos cultivos) y precipitación mayo-octubre <sup>59</sup>  
 Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”  
 Periodo 1996-1997 a 2011-2012

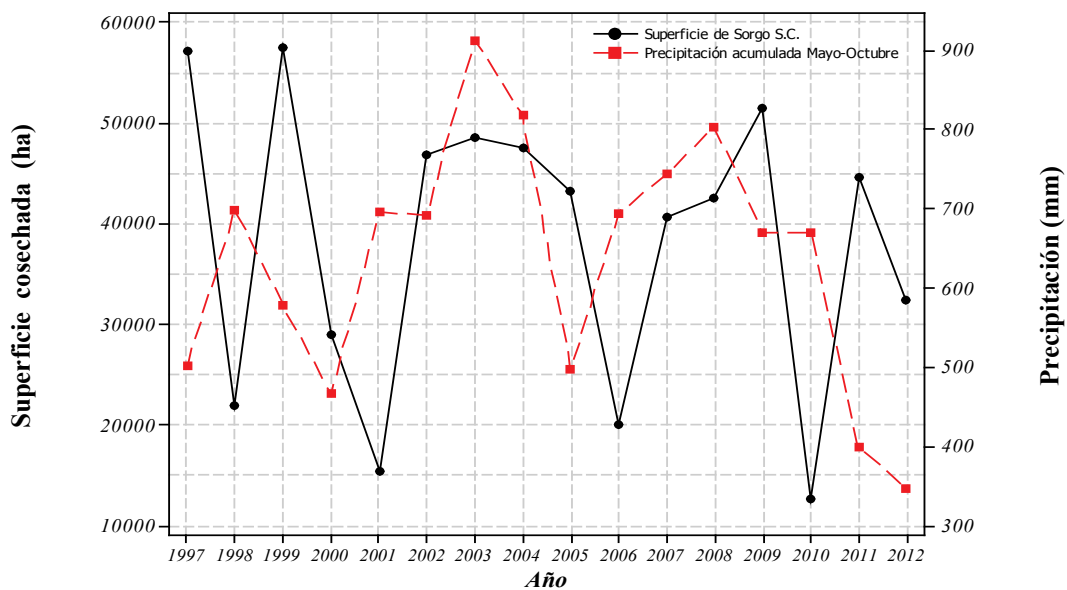
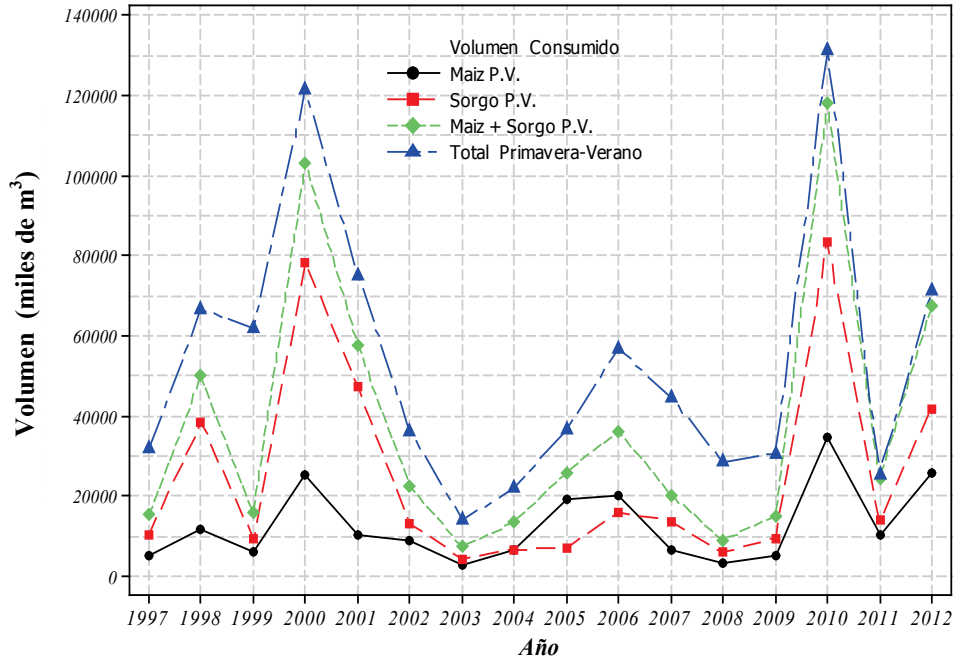


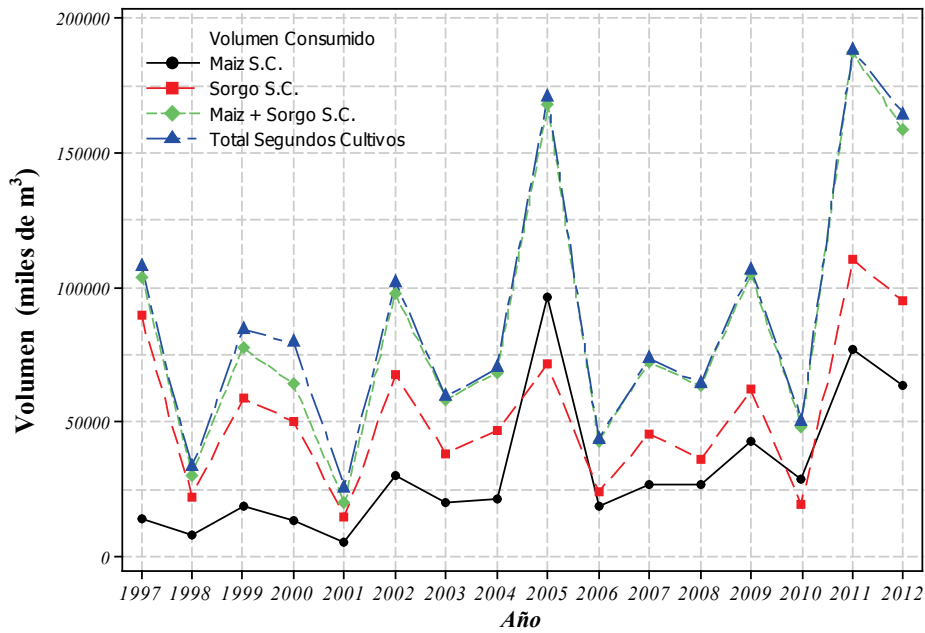
Figura 5.14. Superficie cosechada sorgo (segundos cultivos) y precipitación mayo-octubre <sup>60</sup>  
 Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”  
 Periodo 1996-1997 a 2011-2012

<sup>59</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

<sup>60</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011



**Figura 5.15. Volumen utilizado primavera-verano, total, maíz y sorgo<sup>61</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**



**Figura 5.16. Volumen utilizado segundos cultivos, total, maíz y sorgo<sup>62</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

<sup>61</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

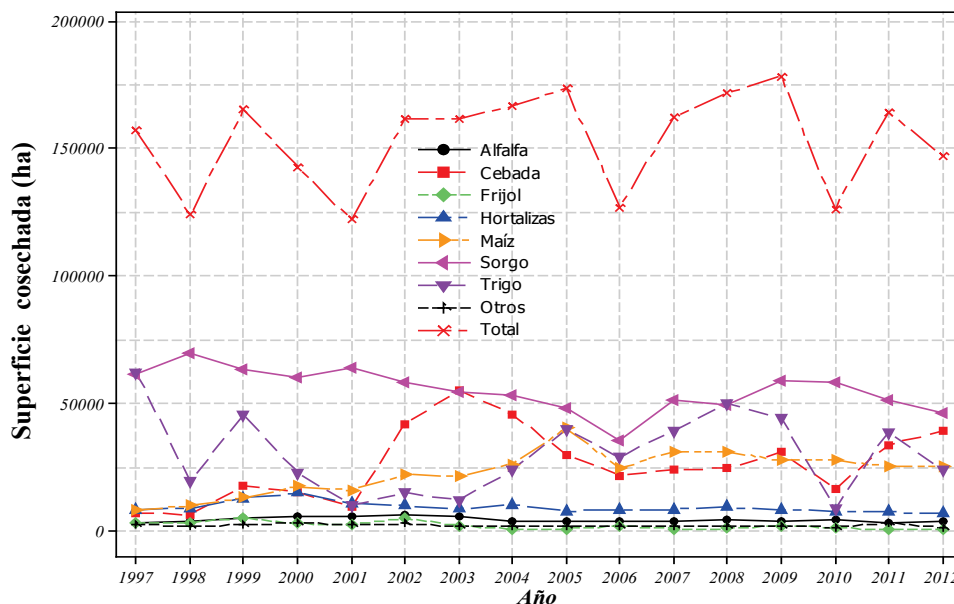
<sup>62</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

#### d) Otros cambios.

Es aventurado suponer un cambio en el patrón de cultivos a mediano plazo; sin embargo, las autoridades regionales y los dirigentes de los usuarios se inclinan por; seguir impulsando el cambio del cultivo de trigo por el de cebada en virtud del menor consumo de agua del segundo; impulsar el cultivo de garbanzo, mediante un programa ligado a la investigación y al mercado; y promover la sustitución de alfalfa por avena en O-I y sorgo forrajero en P-V.

Al observar el panorama general, todo hace suponer que, en el corto plazo, continuará la alternancia entre cebada y trigo, pues está sujeta a las condiciones de mercado y de créditos, así como el incremento en la superficie cultivada de maíz, el resto de los cultivos principales parecen estabilizados en lo que se refiere a la superficie que se les destina año con año (Ver

**Figura 5.17 y Cuadros 5.21 y 5.22)**



**Figura 5.17. Comparativo de superficies cosechadas de los principales cultivos<sup>63</sup>  
Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”  
Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

<sup>63</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

**Cuadro 5.21. Comparativo de superficies cosechadas de los principales cultivos <sup>64</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

Año Agrícola	Superficies Cosechadas por año agrícola (ha)								
	Alfalfa	Cebada	Frijol	Hortalizas	Maíz	Sorgo	Trigo	Otros	Total
1996-1997	3,272	7,263	3,309	8,546	8,222	61,830	62,209	2,504	157,155
1997-1998	3,775	6,470	3,356	8,946	9,993	70,074	19,606	1,958	124,178
1998-1999	5,089	17,505	5,128	12,916	13,069	63,526	45,661	2,393	165,287
1999-2000	6,010	15,079	2,989	14,958	17,515	60,464	22,737	3,244	142,996
2000-2001	5,761	9,642	2,464	10,931	16,062	64,363	10,350	2,631	122,204
2001-2002	6,242	41,985	5,090	9,895	22,091	58,490	14,979	2,917	161,689
2002-2003	5,549	55,170	2,066	8,815	21,579	54,512	12,152	1,925	161,768
2003-2004	3,976	45,821	780	10,332	26,241	53,325	24,214	1,930	166,619
2004-2005	3,590	30,142	971	7,924	40,460	48,449	39,940	2,073	173,549
2005-2006	3,851	21,786	2,003	8,181	24,638	35,470	28,969	2,062	126,960
2006-2007	4,138	23,865	904	8,564	31,356	51,673	39,657	1,921	162,078
2007-2008	4,466	24,843	996	9,293	30,955	49,549	49,890	1,825	171,817
2008-2009	3,826	31,025	2,084	8,482	27,756	58,878	44,386	2,007	178,444
2009-2010	4,230	16,691	1,233	7,911	27,627	58,227	8,961	1,540	126,420
2010-2011	3,327	33,886	573	7,432	25,378	51,446	38,953	3,189	164,183
2011-2012	3,654	39,120	693	6,917	25,191	46,054	24,284	1,426	147,339
Promedio	4,422	26,268	2,165	9,378	23,008	55,396	30,434	2,222	153,293

**Cuadro 5.22. Comparativo de superficies cosechadas de los principales cultivos <sup>65</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**

Cultivos	Superficie 1995-1996		Superficie promedio (1996-1997a 2011-2012)		Cambio (ha)
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	
Alfalfa	3,253	2.00	4,422	2.87	1,169
Cebada	3,253	2.00	26,268	17.06	23,015
Frijol	3,253	2.00	2,165	1.41	-1,088
Hortalizas	9,762	6.01	9,378	6.09	-384
Maíz	9,762	6.01	23,008	14.94	13,246
Sorgo	60,197	37.05	55,396	35.98	-4,801
Trigo	68,331	42.06	30,434	19.77	-37,897
Otros	4,643	2.86	2,222	1.44	-2,421
<b>Total</b>	<b>162,454</b>	<b>100.00</b>	<b>153,980</b>	<b>100.00</b>	<b>-8,474</b>

<sup>64</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

<sup>65</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

### **5.1.9. El costo del agua (servicio de riego)**

Como se puede apreciar en el **Cuadro 5.23**, el precio de la cuota por servicio de riego por hectárea-riego ha incrementado su valor nominal desde valores de \$1,000/ha-riego en 1984-1985 (\$97.78/ha-riego a precios constantes de 2010) a \$365/ha-riego en el año 2011-2012 (\$340.34/ha-riego a precios constantes de 2010). Esto equivale a un pago aproximado de \$83.69 por cada mil metros cúbicos de agua entregada en la parcela.

El análisis a precios reales (Ver **Figura 5.18**) nos muestra que el nivel actual de la cuota se mantiene prácticamente en los mismos valores reales que en los años agrícolas 1989-1990 y 1990-1991 (periodo previo a la transferencia de la red menor).

Del importe de los recursos recuperados por el servicio de riego un 7.9% se entrega a la Comisión Nacional del Agua, un 16.7% a la Sociedad de Responsabilidad Limitada y, el 75.4% restante es administrado por las asociaciones de usuarios.

Hay que decir, que algunos módulos aplican una cuota adicional, que se paga junto con el servicio de riego, destinada al pago de adquisiciones, trabajos de nivelación de tierras, rehabilitación de infraestructura y/o modernización que se realizan a través de los diversos programas de apoyo federales y/o estatales.

**Cuadro 5.23. Cuota por servicio de riego y recaudación anual <sup>66</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1984-1985 a 2011-2012**

Año Agrícola	Cuota <sup>1/</sup> (\$/ha-riego)	Cuota <sup>1/</sup> (\$/Millar de m3)	Cuota <sup>2/</sup> (\$/ha-riego)	Cuota <sup>2/</sup> (\$/Millar de m3)	Recaudado <sup>2/</sup> (\$)
1984-1985	1,000.00	245.89	97.78	24.04	13,439,704.60
1985-1986	1,400.00	344.24	66.53	16.36	9,305,693.13
1986-1987	3,000.00	737.67	55.01	13.53	8,967,422.36
1987-1988	10,000.00	2,458.89	120.91	29.73	12,573,239.24
1988-1989	12,000.00	2,950.67	121.21	29.81	18,281,050.83
1989-1990	42,000.00	10,327.34	326.52	80.29	16,908,469.01
1990-1991	49,600.00	12,196.10	324.60	79.82	50,452,482.67
1991-1992	49,600.00	12,196.10	289.98	71.30	44,577,418.41
1992-1993	53.80	13.23	291.21	71.61	58,965,491.50
1993-1994	53.80	13.23	272.03	66.89	62,434,585.59
1994-1995	53.80	13.23	179.01	44.02	38,935,043.54
1995-1996	85.00	20.90	221.46	54.46	46,553,268.78
1996-1997	100.00	24.59	225.15	55.36	41,506,575.27
1997-1998	120.00	29.51	227.79	56.01	16,478,641.45
1998-1999	135.00	33.20	228.16	56.10	48,947,558.36
1999-2000	200.00	49.18	310.22	76.28	45,340,317.28
2000-2001	220.00	54.10	326.85	80.37	23,997,094.06
2001-2002	250.00	61.47	351.39	86.40	60,264,796.89
2002-2003	260.00	63.93	351.47	86.42	54,687,998.46
2003-2004	260.00	63.93	334.13	82.16	57,504,943.96
2004-2005	260.00	63.93	323.35	79.51	68,340,899.89
2005-2006	300.00	73.77	358.56	88.17	46,494,374.47
2006-2007	300.00	73.77	345.57	84.97	55,092,271.90
2007-2008	300.00	73.77	324.40	79.77	61,367,683.91
2008-2009	320.00	78.68	334.08	82.15	82,048,665.41
2009-2010	340.00	83.60	340.00	83.60	27,115,459.50
2010-2011	355.00	87.29	342.83	84.30	65,408,021.88
2011-2012	365.00	89.75	340.34	83.69	45,260,585.36
2012-2013	420.00	103.27	386.58		

<sup>66</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Gerencia SRL

Nota.- Sólo los usuarios de aguas superficiales pagan esta cuota; los usuarios de pozo no pagan cuota.

1/ Precios nominales.

2/ Precios Constantes 2010.

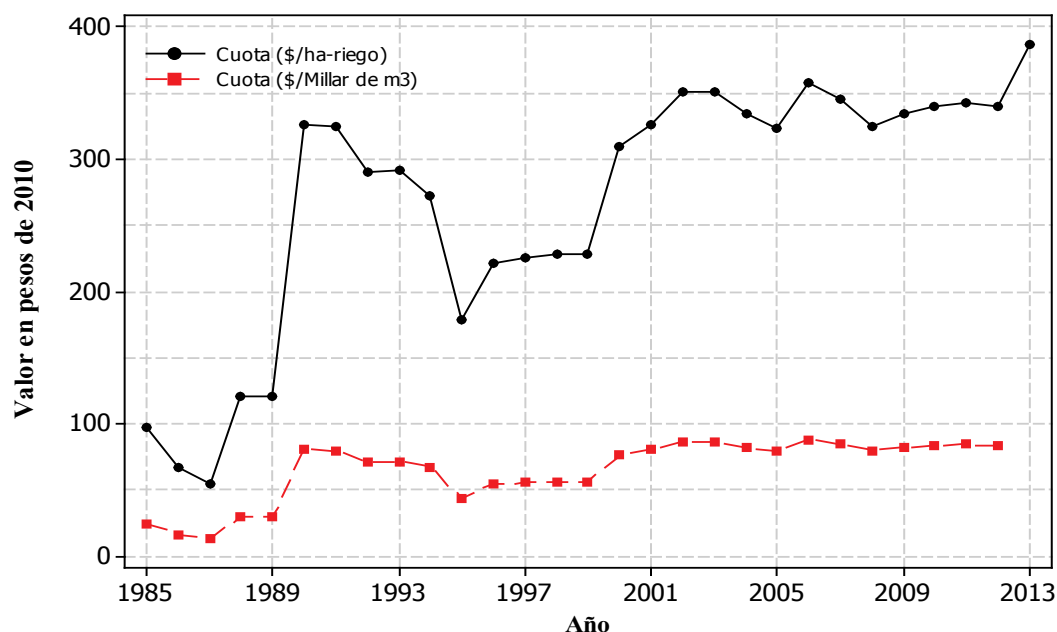


Figura 5.18. Evolución de la cuota por servicio de riego PC 2010<sup>67</sup>  
 Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”  
 Periodo 1984-1985 a 2011-2012

### 5.1.10. Conservación y mantenimiento de la infraestructura.

La participación de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) a partir de 1993, año en que los usuarios se hicieron cargo de las obras, no fue completamente compensada con las inversiones de los usuarios. Esta situación se agravó en los siguientes años (Ver **Cuadro 5.24**), tras la devaluación de la moneda y una disponibilidad errática del agua en el periodo 1996-2001, donde el grado de cumplimiento del programa de conservación normal<sup>68</sup> llegó a niveles tan bajos como el 18.3% en el año de 1998 y del 19.7% en el año 2001.

<sup>67</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Gerencia SRL

Nota.- Sólo los usuarios de aguas superficiales pagan esta cuota; los usuarios de pozo no la pagan.  
 2/ Precios Constantes 2010.

<sup>68</sup> Se denomina grado de cumplimiento del programa de conservación normal (en %) al valor que resulta de dividir la asignación real de recursos monetarios destinados en un año agrícola i a la conservación normal entre los recursos necesarios conforme lo señale el Diagnostico de Necesidades Medias Anuales de Conservación Normal (DNMACN).



**Cuadro 5.24. Inversiones en conservación y mantenimiento <sup>69</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

Año Agrícola	Monto Ejercido (\$)	Superficie Física Regada (ha)	Inversión por ha (\$/ha)	Cumplimiento del programa de Conservación Normal (%)
1996-1997	16,325,000.00	92,912	175.70	27.12
1997-1998	11,000,000.00	98,093	112.14	18.27
1998-1999	25,500,000.00	96,354	264.65	42.36
1999-2000	16,800,000.00	103,305	162.63	27.91
2000-2001	11,856,581.00	100,146	118.39	19.70
2001-2002	22,306,252.00	98,012	227.59	37.06
2002-2003	24,754,869.00	96,478	256.59	41.12
2003-2004	38,441,914.00	98,486	390.33	63.86
2004-2005	38,200,000.00	98,216	388.94	63.46
2005-2006	25,870,083.67	96,915	266.94	42.98
2006-2007	30,089,261.00	97,099	309.88	49.99
2007-2008	36,123,000.00	103,027	350.62	60.01
2008-2009	37,700,000.00	102,999	366.02	62.63
2009-2010	38,831,000.00	101,712	381.77	64.51
2010-2011	39,585,000.00	96,304	411.04	65.76
2011-2012	38,454,000.00	95,686	401.88	63.88
Media	27,880,840.04	98,859	281.53	46.32

En el **Cuadro 5.24** se muestran las inversiones en conservación realizadas en el Distrito de Riego 011. El grado de cumplimiento se ha medido, al comparar las inversiones realizadas contra las requeridas en el año, conforme al diagnóstico de necesidades medias anuales de conservación normal del propio distrito.

En los últimos años se ha logrado un repunte en cuanto al grado de cumplimiento alcanzado en el programa de conservación normal, con valores aproximados al 65%, la media histórica en el periodo 1996-2012 es de apenas el 46.31% lo que nos da idea de un importante rezago en la materia.

---

<sup>69</sup> Fuente:  
 Comisión Nacional del Agua. Jefatura del Distrito de Riego 011. Celaya, Guanajuato.  
 Precios Constantes 2010.

### **5.1.11. Rehabilitación y modernización de la infraestructura.**

En 1997, se firma el Acuerdo de Coordinación entre el Gobierno del Estado de Guanajuato, a través de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Rural (SDAyR) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), y comienza a operar el Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego en el Estado de Guanajuato.

En el Distrito de Riego 011, las inversiones en los rubros de rehabilitación, modernización y tecnificación del Riego se han centrado en dos ejes:

- La rehabilitación de la infraestructura de conducción, y
- La tecnificación del riego en la parcela.

Como se puede ver en el **Cuadro 5.25**, en un inicio, las inversiones se enfocaron hacia trabajos de rehabilitación, especialmente en el Canal Principal “Ing. Antonio Coria”, buscando dotarlo de la capacidad de conducción adecuada para el servicio de riego conforme a los métodos de distribución usados en la región: Con esos recursos, se realizó la ampliación de 9 represas y 6 sifones; se revistieron 14 kilómetros del canal principal, en su paso por los módulos de riego Irapuato y Abasolo, y se suministraron e instalaron 7 estaciones de aforo.

Por lo que se refiere a las acciones de modernización, se dio prioridad a la atención de aquellos módulos que se encuentran mas lejanos de los canales principales pues son los que presentaban mayores dificultades de operación; con este criterio, se tecnificó, bajo el sistema de multi-compuertas, a los módulos de riego Huanímaro y Corralejo.

**Cuadro 5.25. Rehabilitación y Modernización. Inversiones y superficies beneficiadas <sup>70</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1995-1996 a 2011-2012**

Año Agrícola	Usuarios	Presupuesto Ejercido (\$)			Superficie beneficiada			
		Gobierno Estatal	Gobierno Federal	Total	Rehabilitación (ha)	Modernización (ha)		Total
						Agua Superficial	Agua Subterránea	
1995-1996	0	22,146,326	14,329,975	36,476,301	0	0	0	0
1996-1997	3,997,249	29,980,828	26,610,720	60,588,797	48,386	0	2,476	2,476
1997-1998	9,848,965	26,715,808	35,055,033	71,619,806	0	2,719	4,517	7,236
1998-1999	4,915,168	13,332,636	17,494,361	35,742,164	0	0	4,056	4,056
1999-2000	4,978,130	13,503,424	17,718,461	36,200,015	0	694	3,782	4,476
2000-2001	6,605,760	17,918,452	23,511,620	48,035,833	0	2,224	3,977	6,201
2001-2002	5,655,902	15,341,913	20,130,825	41,128,642	0	1,848	3,764	5,612
2002-2003	4,668,050	12,662,317	16,614,804	33,945,170	0	83	4,733	4,816
2003-2004	7,514,412	20,383,215	26,745,748	54,643,375	0	3,402	4,753	8,155
2004-2005	6,975,104	18,920,315	24,826,211	50,721,631	0	7,822	0	7,822
2005-2006	1,073,998	95,408,127	794,398	97,276,523	0	4,976	0	4,976
2006-2007	0	62,923,337	0	62,923,337	0	3,338	0	3,338
2007-2008	0	57,738,553	57,738,553	115,477,106	220	4,901	0	4,901
2008-2009	1,067,260	73,413,201	32,892,191	107,372,652	0	5,124	0	5,124
2009-2010	1,400,996	44,820,539	25,820,559	72,042,094	0	3,800	0	3,800
2010-2011	0	10,800,433	10,800,433	21,600,865	0	1,115	0	1,115
2011-2012	7,103,412	10,446,194	15,878,215	33,427,820	1,554	3,800	0	3,800
<b>Sumas:</b>	<b>65,804,407</b>	<b>546,455,616</b>	<b>366,962,107</b>	<b>979,222,131</b>	<b>50,160</b>	<b>45,846</b>	<b>32,058</b>	<b>77,904</b>

Como se podrá observar en el **Cuadro 5.25**, casi la totalidad de la superficie bajo riego con aguas subterráneas, 32,058 de las 32,847 hectáreas con derecho a riego, ha recibido apoyo para la tecnificación a nivel parcelario.

<sup>70</sup> Precios Constantes 2010.

Se incluyen inversiones realizadas conjuntamente con SAGARPA.

En las acciones de modernización 2011-2012 se incluye la primera etapa del proyecto de tecnificación del riego del Módulo La Purísima.

Fuentes:

- 1/ Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Rural del Estado de Guanajuato, 2003.
- 2/ Libro Blanco Entrega Recepción "Programa de Rehabilitación de Obras Hidroagrícolas del Agua Superficial". Secretaria de Desarrollo Agropecuario, Guanajuato, 2012.
- 3/ Libro Blanco "CONAGUA-02 Rehabilitación, modernización y equipamiento de los Distritos de Riego". CONAGUA, 2012.
- 4/ Sociedad de Responsabilidad Limitada "Distrito de Riego 011 Río Lerma Guanajuato, S.R.L. de I.P. de C.V."

De igual forma, las acciones de tecnificación a nivel parcelario alcanzan ya a cubrir un 58.9% de la superficie bajo riego con fuentes superficiales; es decir, 45,846 de las 77,772.78 hectáreas.

En los Cuadros 5.26 y 5.27 se puede apreciar la superficie de cada módulo de riego que ha sido beneficiada con la tecnificación a nivel parcelario, según sea abastecida con aguas subterráneas o superficiales respectivamente.

**Cuadro 5.26. Tecnificación en sistemas de aguas subterráneas <sup>71</sup>  
Superficies beneficiadas por módulo del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**

Módulo de Riego	Superficie beneficiada (ha)							
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Acámbaro	0	0	0	0	0	0	0	1,981
Salvatierra	0	0	0	0	0	3,318	0	0
Jaral	0	0	0	0	2,363	0	0	0
Valle	0	0	0	0	0	0	4,733	0
Cortázar	0	0	0	3,000	1,614	0	0	2,772
Salamanca	0	0	3,958	0	0	0	0	0
Irapuato	2,476	0	0	0	0	0	0	0
Abasolo	0	4,517	0	0	0	0	0	0
Huanímaro	0	0	98	0	0	0	0	0
Corralejo	0	0	0	782	0	0	0	0
La Purísima	0	0	0	0	0	446	0	0
Sumas	2,476	4,517	4,056	3,782	3,977	3,764	4,733	4,753

<sup>71</sup> Elaboración propia, con base en las fuentes:

- 1/ Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Rural del Estado de Guanajuato, 2003
- 2/ Libro Blanco Entrega Recepción "Programa de Rehabilitación de Obras Hidroagrícolas del Agua Superficial" Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Guanajuato, 2012.
- 3/ Libro Blanco "CONAGUA-02 Rehabilitación, modernización y equipamiento de los Distritos de Riego". CONAGUA, 2012
- 4/ Sociedad de Responsabilidad Limitada "Distrito de Riego 011 Río Lerma Guanajuato, S.R.L. de I.P. de C.V."

**Cuadro 5.27. Tecnificación en sistemas de aguas superficiales <sup>72</sup>  
Superficies beneficiadas por módulo del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**

Modulo de Riego	Superficie beneficiada (ha)													
	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Acámbaro	0	0	0	0	0	3,257	0	2,369	497	0	571	0	0	0
Salvatierra	0	0	2,224	0	0	0	1,155	1,459	105	346	745	740	0	0
Jaral	0	0	0	0	0	0	1,090	759	559	788	709	193	0	0
Valle	0	0	0	1,848	0	0	559	0	768	0	348	275	0	0
Cortázar	0	0	0	0	83	145	0	0	967	1,803	1,074	0	0	0
Salamanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irapuato	0	0	0	0	0	0	0	364	442	572	625	1,325	12	0
Abasolo	0	0	0	0	0	0	5,018	25	0	1,172	1,052	1,267	1,103	0
Huanímaro	2,719	0	0	0	0	0	0	0	0	220	0	0	0	0
Corralejo	0	694	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Purísima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,800
Sumas	2,719	694	2,224	1,848	83	3,402	7,822	4,976	3,338	4,901	5,124	3,800	1,115	3,800

Como ya se comentó en párrafos anteriores, la tecnificación que se ha realizado, a la fecha, es en su mayor parte bajo sistemas de baja presión con tubería multi-compuerta. El uso de sistemas tecnificados a presión, o más especializados como el riego por goteo, posiblemente pueda coadyuvar al incremento de eficiencia en el uso del agua y el ahorro de volúmenes; sin embargo, la inversión requerida, la escasez de crédito y que la inversión sólo sería rentable con cultivos como las hortalizas, por ello, esta alternativa hasta la fecha no ha tenido gran eco en el Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”.

<sup>72</sup> Elaboración propia, con base en las fuentes:

- 1/ Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Rural del Estado de Guanajuato, 2003
- 2/ Libro Blanco Entrega Recepción "Programa de Rehabilitación de Obras Hidroagrícolas del Agua Superficial" Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Guanajuato, 2012.
- 3/ Libro Blanco “CONAGUA-02 Rehabilitación, modernización y equipamiento de los Distritos de Riego”. CONAGUA, 2012
- 4/ Sociedad de Responsabilidad Limitada “Distrito de Riego 011 Río Lerma Guanajuato, S.R.L. de I.P. de C.V.”

Nota.-

En las acciones 2011-2012 se incluye la primera etapa del proyecto para la tecnificación del riego del Módulo “La Purísima”

Conforme, a los datos de los proyectos, el ahorro de agua que se debió obtener con la implementación de estas acciones de tecnificación es de 65 Mm<sup>3</sup> anuales en el agua subterránea y un poco más de 85 Mm<sup>3</sup> por año en el agua superficial (Ver **Cuadro 5.28**).

**Cuadro 5.28. Ahorro de agua anual esperado con la tecnificación <sup>73</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1995-1996 a 2011-2012**

Año Agrícola	Ahorro anual de Agua proyectado debido a Tecnificación (Mm3)		
	Agua Superficial	Agua Subterránea	Total
1995-1996	0.000	0.000	0.000
1996-1997	0.863	0.000	0.863
1997-1998	2.174	5.013	7.187
1998-1999	7.604	14.158	21.762
1999-2000	7.604	22.370	29.974
2000-2001	8.990	30.027	39.017
2001-2002	13.417	38.079	51.496
2002-2003	17.117	45.700	62.817
2003-2004	17.282	55.282	72.564
2004-2005	24.129	64.905	89.034
2005-2006	40.026	64.905	104.931
2006-2007	49.986	64.905	114.891
2007-2008	56.650	64.905	121.555
2008-2009	66.042	64.905	130.947
2009-2010	76.324	64.905	141.229
2010-2011	83.965	64.905	148.870
2011-2012	86.254	64.905	151.159

<sup>73</sup> Elaboración propia.

Fuentes:

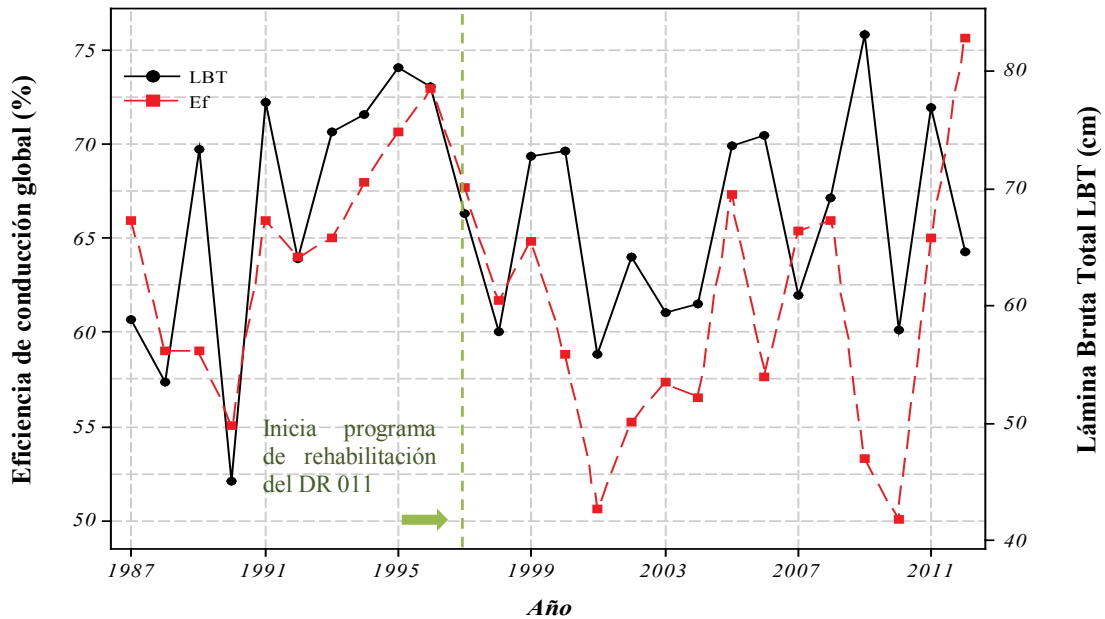
- 1/ Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Rural del Estado de Guanajuato, 2003.
- 2/ Libro Blanco Entrega Recepción "Programa de Rehabilitación de Obras Hidroagrícolas del Agua Superficial" Secretaria de Desarrollo Agropecuario, Guanajuato, 2012.
- 3/ Libro Blanco "CONAGUA-02 Rehabilitación, modernización y equipamiento de los Distritos de Riego". CONAGUA, 2012.
- 4/ Sociedad de Responsabilidad Limitada "Distrito de Riego 011 Río Lerma Guanajuato, S.R.L. de I.P. de C.V."

**Cuadro 5.29. Eficiencia de conducción y láminas de riego totales <sup>74</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1986-1987 a 2011-2012**

Año Agrícola	Eficiencia de conducción (%)	Lámina de riego bruta (cm)	Volúmenes brutos distribuidos por tipo de aprovechamiento (Mm <sup>3</sup> )			Total
			Gravedad-Presas	Bombeo-Corrientes	Bombeo-Pozos	
1986-1987	66	58.8	662.960	0	305.000	967.960
1987-1988	59	53.4	422.914	0	305.000	727.914
1988-1989	67	73.3	613.350	0	305.000	918.350
1989-1990	62	45.0	210.596	0	305.000	515.596
1990-1991	66	77.4	632.112	0	305.000	937.112
1991-1992	64	64.0	625.179	0	305.000	930.179
1992-1993	68	74.8	823.470	0	346.000	1,169.470
1993-1994	69	76.2	933.397	0	386.000	1,319.397
1994-1995	69	80.2	884.563	0	362.000	1,246.563
1995-1996	73	78.7	854.888	0	423.000	1,277.888
1996-1997	73	67.8	749.718	0	315.945	1,065.663
1997-1998	66	57.7	294.198	0	422.516	716.714
1998-1999	72	72.7	872.466	0	329.494	1,201.960
1999-2000	70	73.1	594.388	0	451.678	1,046.066
2000-2001	71	55.4	298.584	0	383.158	681.742
2001-2002	71	64.1	697.479	0	338.754	1,036.233
2002-2003	77	59.3	632.793	0	327.320	960.113
2003-2004	75	60.2	699.927	0	303.011	1,002.938
2004-2005	70	73.8	859.540	43.733	375.710	1,278.983
2005-2006	67	74.5	527.343	0	418.450	945.793
2006-2007	73	60.9	648.351	0	339.173	987.524
2007-2008	72	69.2	769.349	67.781	352.271	1,189.401
2008-2009	70	83.1	998.793	83.486	400.165	1,482.444
2009-2010	78	57.9	324.339	27.264	379.818	731.421
2010-2011	69	76.8	775.921	53.772	431.591	1,261.285
2011-2012	76	64.6	540.840	36.378	375.025	952.243

Del **Cuadro 5.29** llama la atención observar que en 10 de los 21 años que comprende el periodo posterior a la transferencia y en especial, en 8 de los 16 años posteriores a la puesta en marcha del programa para la modernización de la infraestructura, el volumen bruto extraído de pozos, supera el volumen concesionado de 371.5 Mm<sup>3</sup> del agua proveniente de presas.

<sup>74</sup> Fuente:  
 Comisión Nacional del Agua. Jefatura del Distrito de Riego 011. Celaya, Guanajuato.



**Figura 5.19. Eficiencia de conducción y lámina bruta de riego<sup>75</sup>  
 Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”  
 Periodo 1986-1987 a 2011-2012**

En la eficiencia de conducción promedio se refleja un incremento en el periodo de interés: ya que de 1986-1987 a 2011-2012 es de 69.7%, siendo de 66.3% en el periodo de 1986-1987 a 1995-1996 y de 71.9% en el periodo de 1996-1997 a 2011-2012 (Ver **Figura 5.19**).

Pero esta eficiencia no se refleja de manera importante en los registros de las láminas brutas del periodo de 1986-1987 a 2011-2012: el promedio total del periodo es de 67.4 cm, siendo el promedio de 1986-1987 a 1995-1996 de 68.2 cm y de 66.9 cm en el periodo de 1996-1997 a 2011-2012 (Ver **Figura 5.19**).

<sup>75</sup> Notas.

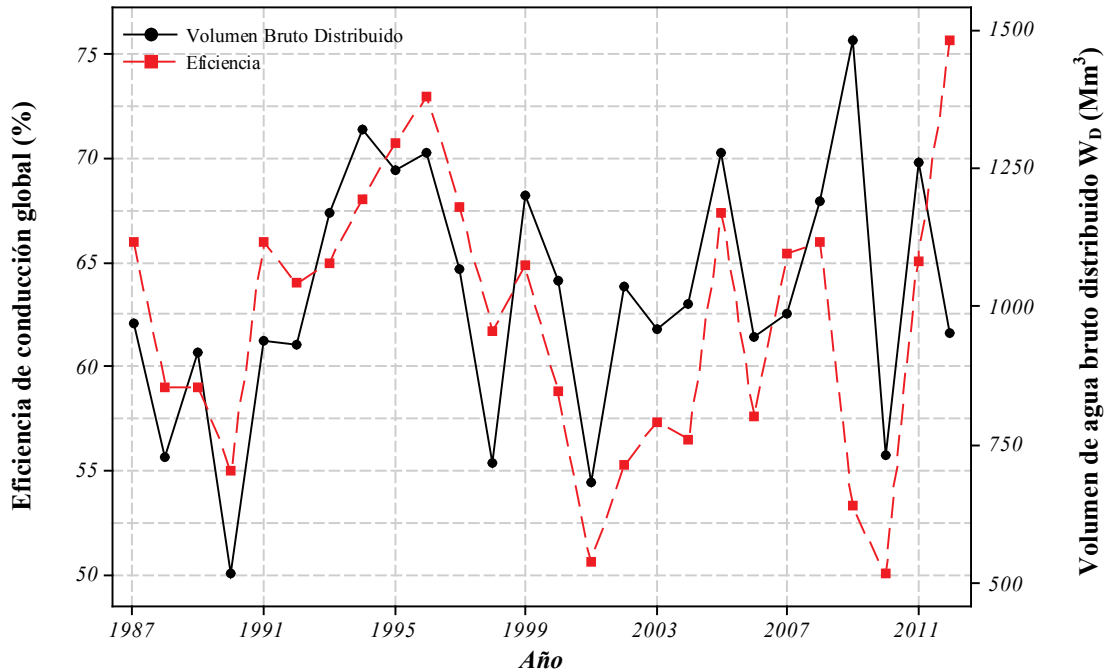
La eficiencia de conducción es global para el Distrito de Riego 011

En el cálculo de la lámina bruta solo se considera el volumen distribuido proveniente de fuentes de aprovechamiento oficiales, no se considera la contribución debida a la precipitación.

Fuente:

Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011.



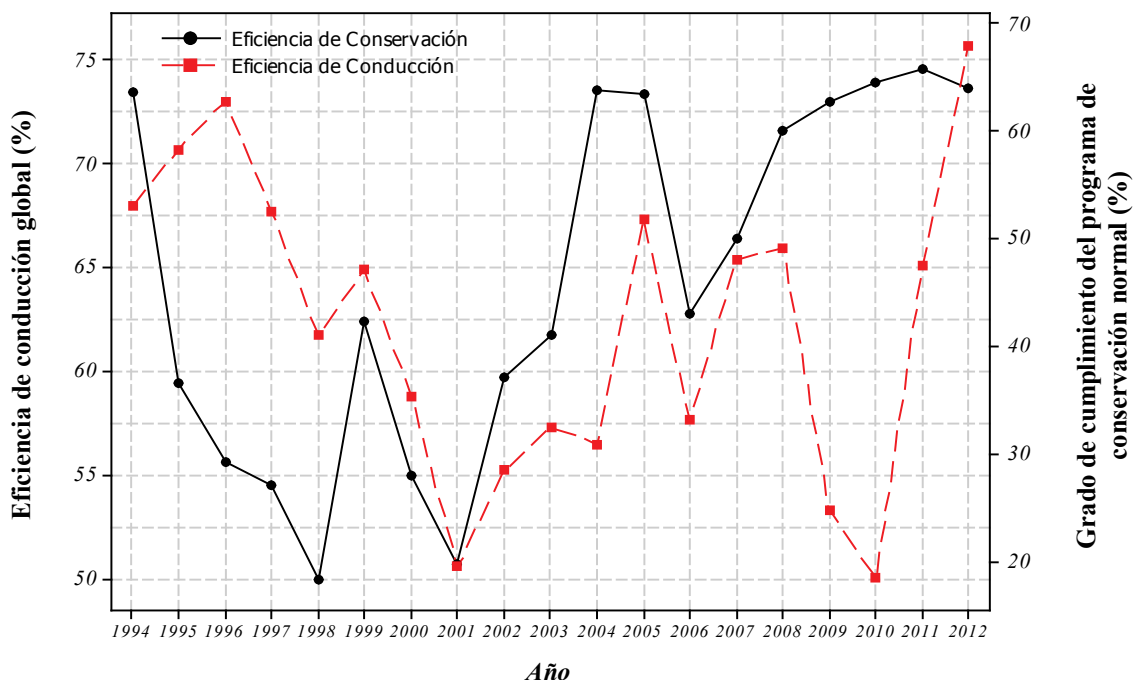


**Figura 5.20. Eficiencia de conducción y volumen bruto distribuido <sup>76</sup>  
 Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”  
 Periodo 1986-1987 a 2011-2012**

En la **Figuras 5.20** se puede observar la relación entre la eficiencia de conducción y el volumen distribuido: a mayor volumen, mayor eficiencia; esto obedece básicamente al efecto del volumen destinado a los segundos cultivos, donde con frecuencia se entrega un volumen menor por hectárea que el que se destinaría en primavera-verano o en otoño-invierno normales, pues sólo se dan riegos de auxilio.

<sup>76</sup> Notas.  
 La eficiencia de conducción es global para el Distrito de Riego 011.

Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011



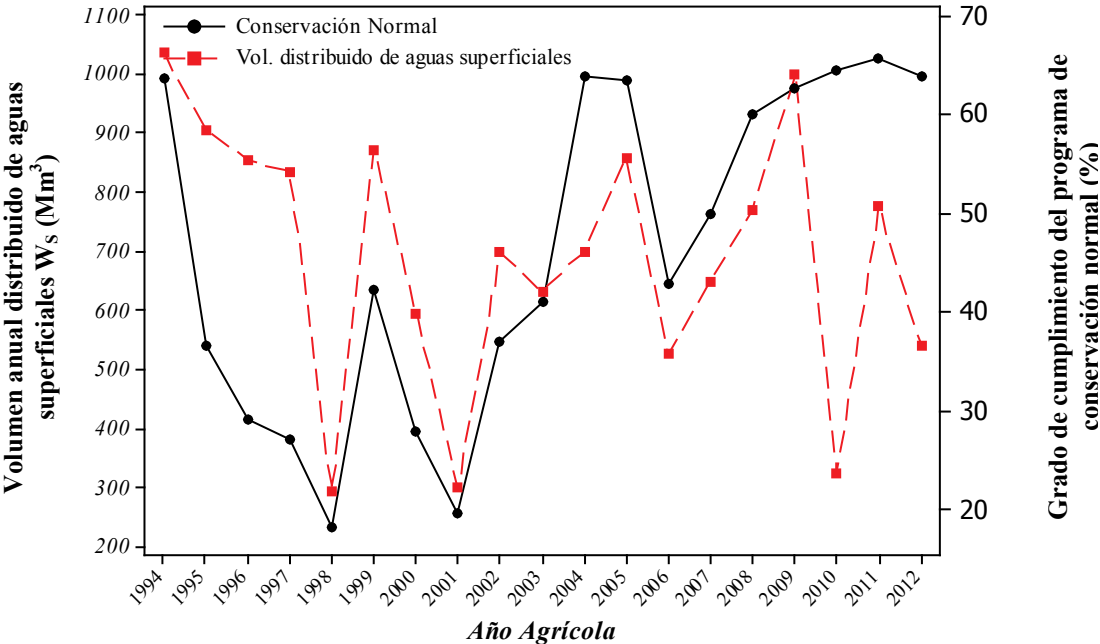
**Figura 5.21. Eficiencia de conducción y la conservación normal<sup>77</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1993-1994 a 2011-2012**

Otro factor que impacta en la eficiencia de conducción es el estado de la infraestructura de riego, el cual depende del cumplimiento del programa anual de conservación normal y de abatir el rezago en la conservación diferida y las necesidades de rehabilitación. Obsérvese en **la Figura 5.21** como un bajo grado del cumplimiento del programa de conservación normal impacta en la eficiencia de conducción y como la recuperación del cumplimiento en el programa de conservación no repercute, en la misma medida, en la recuperación de la eficiencia, lo cual ocurre porque la ausencia de conservación en los años anteriores incrementa el rezago en conservación diferida y rehabilitación, el cual no es revertido.

<sup>77</sup> Notas.  
 La eficiencia de conducción es global para el Distrito de Riego 011

Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

De acuerdo con la información recabada, el recurso que los usuarios destinan a la conservación proviene de los recursos que brinda como apoyo el gobierno federal y de los ingresos recaudados por el servicio de riego de las aguas superficiales. Es decir, aunado a otros factores, una baja en los volúmenes utilizados de aguas superficiales repercute en la recaudación y por tanto, en la cantidad de recursos destinados a conservación. Esto se puede apreciar en la **Figura 5.22**.



**Figura 5.22. Volumen de agua superficial distribuido y la conservación normal <sup>78</sup> Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

Por otra parte, como ya se ha comentado, a partir del año 2000 se ha dado énfasis en la modernización y tecnificación parcelaria, destinando recursos mínimos a la rehabilitación (Ver **Cuadro 5.25**).

<sup>78</sup> Fuente:  
Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011

**Cuadro 5.30. Metas obtenidas con las acciones de rehabilitación y modernización <sup>79</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

Año Agrícola	Eficiencia de conducción	Lámina de riego bruta	Productividad del agua		Productividad de la tierra
	(%)	(cm)	(\$/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(\$/ha)
1996-1997	73	67.8	3.31	1.288	22,447.27
1997-1998	66	57.7	4.50	1.809	25,989.21
1998-1999	72	72.7	2.79	1.225	20,292.95
1999-2000	70	73.1	3.36	1.355	24,519.65
2000-2001	71	55.4	3.77	1.797	20,884.42
2001-2002	71	64.1	3.16	1.400	20,265.53
2002-2003	77	59.3	3.01	1.344	17,888.16
2003-2004	75	60.2	3.31	1.540	19,942.45
2004-2005	70	73.8	2.60	1.232	19,169.80
2005-2006	67	74.5	3.08	1.311	22,959.43
2006-2007	73	60.9	4.36	1.458	26,563.30
2007-2008	72	69.2	3.88	1.254	26,892.48
2008-2009	70	83.1	2.95	1.079	24,488.85
2009-2010	78	57.9	5.10	1.693	29,488.66
2010-2011	69	76.8	4.67	1.203	35,850.60
2011-2012	76	64.6	5.07	1.424	32,751.01

Los datos contenidos en el **Cuadro 5.30** no permiten considerar que se tenga un incremento consistente en la productividad del agua medida en (kg/m<sup>3</sup>) en el periodo de 1996-1997 a 2011-2012 (Ver **Figura 5.23**). Por lo que se refiere a a la productividad del agua (\$/m<sup>3</sup>) y de la tierra (\$/ha), cuando estas son medidas en relación al valor de la producción se observa en ambas un comportamiento influenciado por el comportamiento en el mismo periodo del precio medio rural de la producción (PMR), ascendente en los últimos años (Ver **Figura 5.23**).

<sup>79</sup> Notas.

Los valores de productividad del agua y de la tierra se encuentran convertidos a precios constantes de 2010.

La productividad de la tierra considera la superficie cosechada como base.

Los años indicados en rojo estuvieron sujetos a sequía.

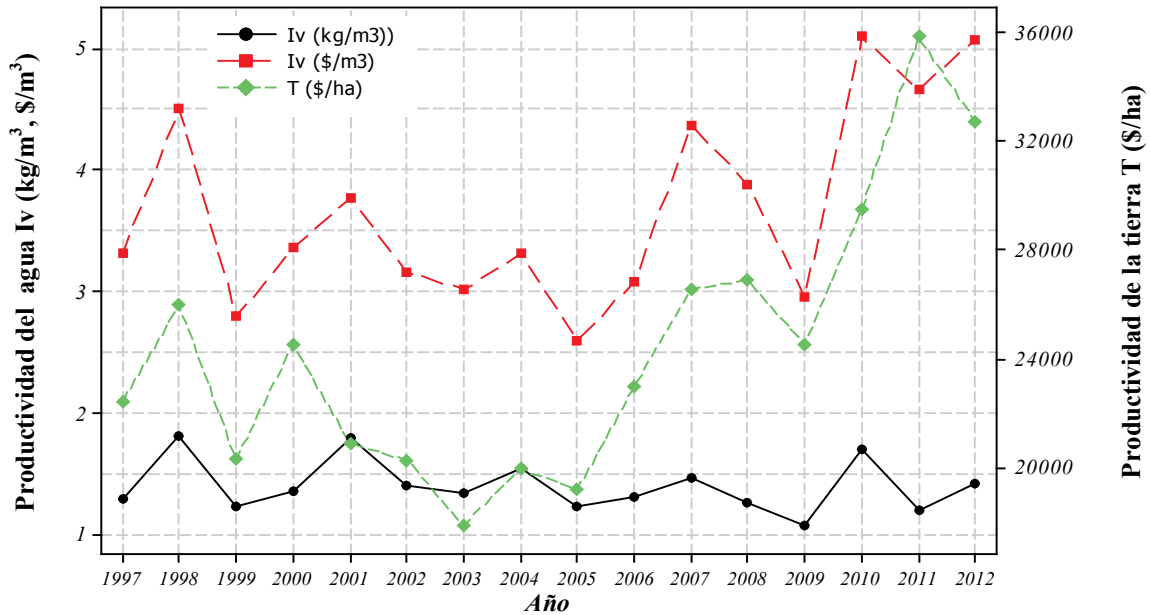
La eficiencia de conducción es global para el Distrito de Riego 011.

En el cálculo de productividad y de lámina solo se considera el volumen distribuido proveniente de fuentes de aprovechamiento oficiales, no se considera la contribución de la precipitación.

Fuente:

Elaboración propia.

Datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011



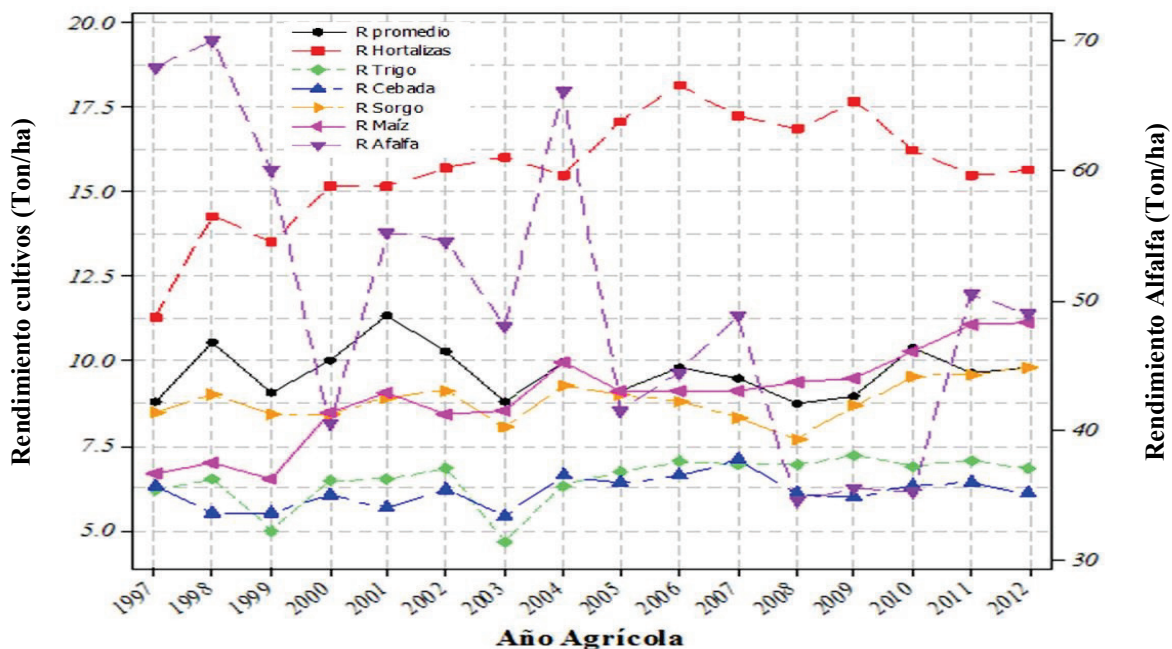
**Figura 5.23. Comportamiento de la productividad del agua y de la tierra <sup>80</sup>  
 Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma  
 Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

En las **figuras 5.24, 5.25, 5.26, 5.27, 5.28, 5.29 y 5.30** se muestra la evolución del rendimiento conjunto y/o por separado de los cultivos principales (trigo, cebada, sorgo, maíz, alfalfa, y hortalizas).

En las gráficas se compara dicho rendimiento con la evolución de los volúmenes de agua utilizados de aguas superficiales y subterráneas; la precipitación; la superficie cosechada y, la superficie modernizada.

<sup>80</sup> Notas.  
 Los valores de productividad del agua (\$/m<sup>3</sup>) y de la tierra (\$/ha) se encuentran a precios constantes de 2010  
 La productividad de la tierra considera la superficie cosechada como base.

Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011



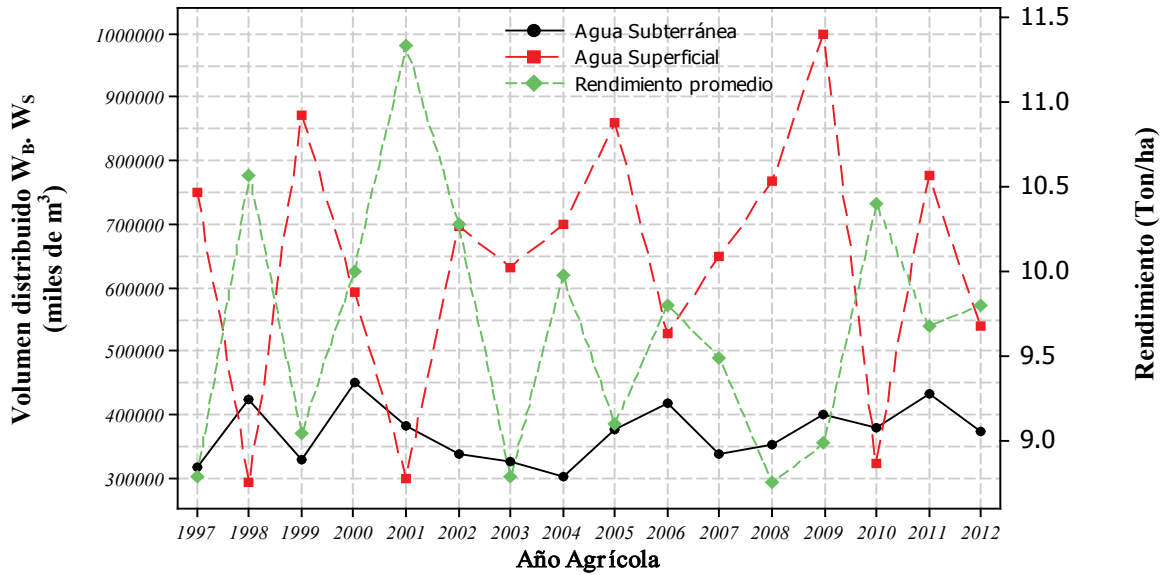
**Figura 5.24. Evolución en el rendimiento de los principales cultivos <sup>81</sup>  
 Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma  
 Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

De acuerdo con los datos de la fuente, la alfalfa muestra un rendimiento con altibajos en el periodo de análisis; las hortalizas muestran un incremento del rendimiento en la primera parte del periodo, el cual coincide con la modernización de parcelas con fuente de agua subterránea.

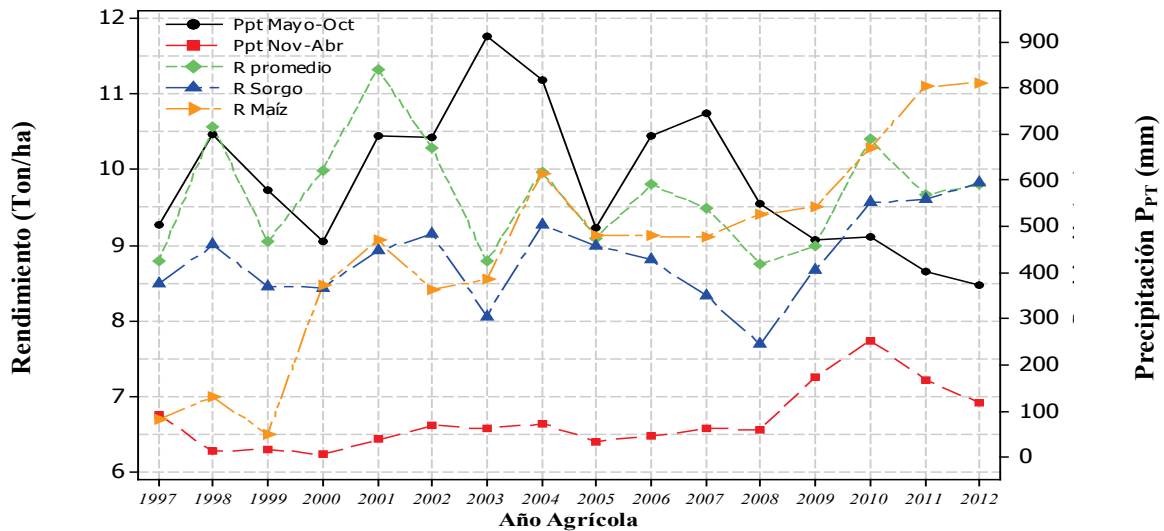
Por lo que se refiere al resto de los cultivos principales, el trigo y cebada muestran rendimientos sin grandes fluctuaciones. El maíz es el cultivo que presenta un incremento en el rendimiento durante todo el periodo de estudio. El rendimiento del sorgo y del maíz aparentemente se ve influenciado por la modernización de las parcelas con fuente superficial.

<sup>81</sup> Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011.

Nota.-  
 El rendimiento promedio se refiere al rendimiento que se obtiene al dividir la producción total del año agrícola entre la superficie total cosechada e incluye todos los cultivos del año agrícola.



**Figura 5.25. Rendimiento promedio y volumen de agua distribuido por fuente<sup>82</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**



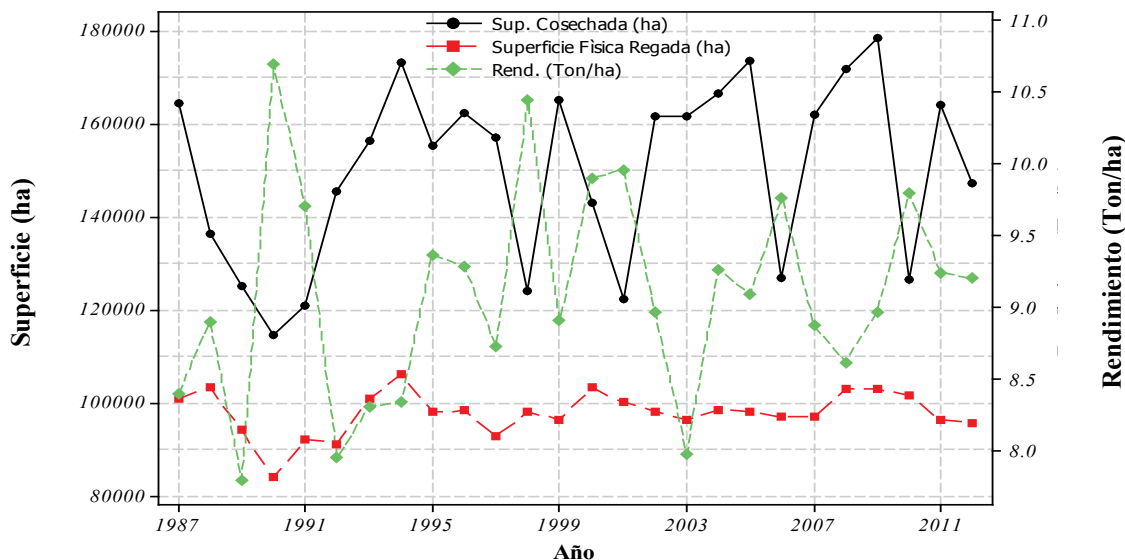
**Figura 5.26. Evolución precipitación vs rendimiento de sorgo, maíz y promedio<sup>83</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma**  
**Periodo 1986-1987 a 2011-2012**

<sup>82</sup> Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011.

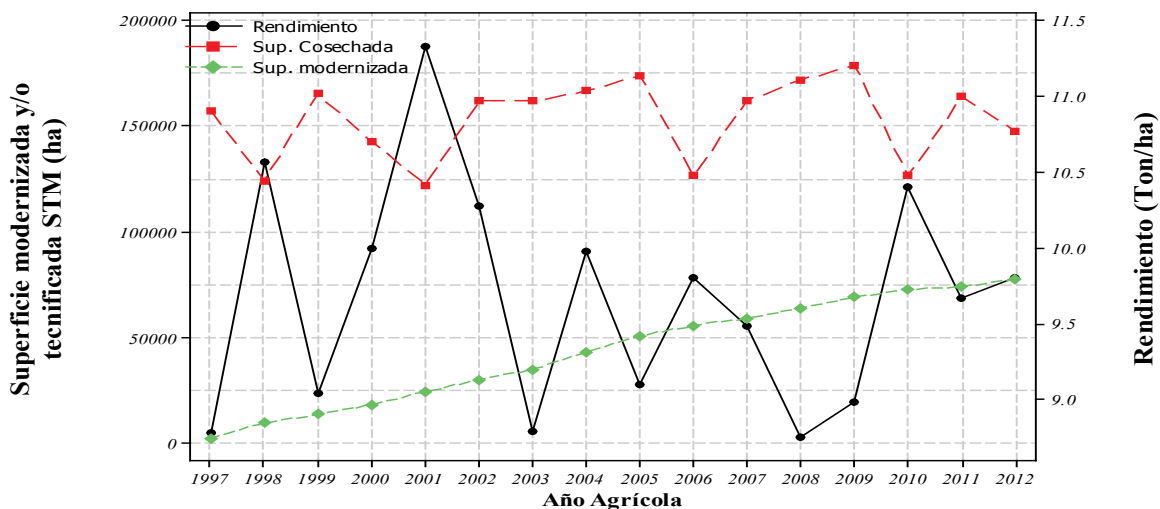
<sup>83</sup> Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011.

Nota.-

El rendimiento promedio se refiere al rendimiento que se obtiene al dividir la producción total del año agrícola entre la superficie total cosechada e incluye todos los cultivos del año agrícola.



**Figura 5.27. Evolución superficie cosechada y física regada vs rendimiento promedio<sup>84</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma**  
**Periodo 1986-1987 a 2011-2012**



**Figura 5.28. Evolución superficie modernizada vs rendimiento promedio<sup>85</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

<sup>84</sup> Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011.

<sup>85</sup> Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011.

Nota.-

El rendimiento promedio se refiere al rendimiento que se obtiene al dividir la producción total del año agrícola entre la superficie total cosechada e incluye todos los cultivos del año agrícola.



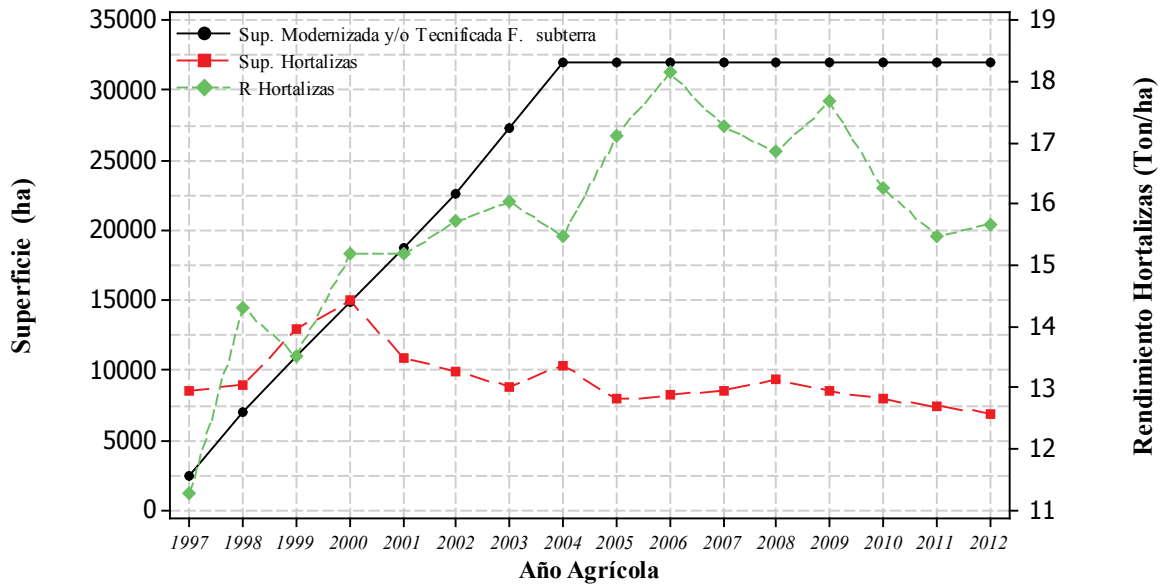


Figura 5.29. Superficie modernizada fuente subterránea vs superficie y rendimiento hortalizas <sup>86</sup>  
 Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma  
 Periodo 1996-1997 a 2011-2012

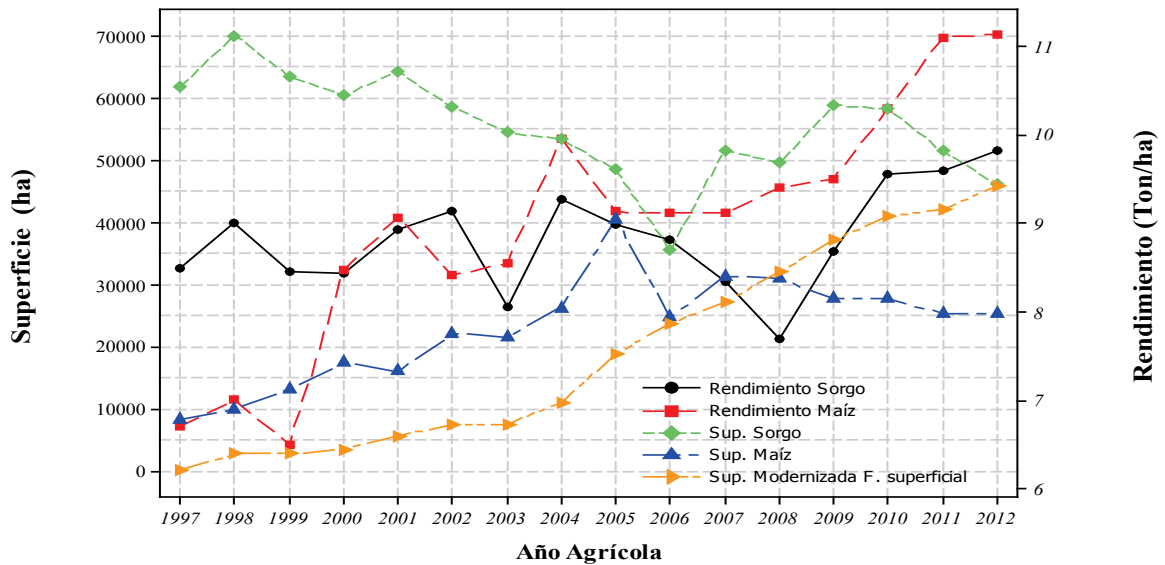


Figura 5.30. Superficie modernizada fuente superficial vs superficie y rendimiento maíz y sorgo <sup>87</sup>  
 Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma  
 Periodo 1996-1997 a 2011-2012

<sup>86</sup> Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011.

<sup>87</sup> Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011.

## 5.2. Metodología.

La metodología empleada se fundamenta en la teoría económica y estadística descrita en la revisión de la literatura.

El estudio se circunscribe al Distrito de Riego 011 y comprende:

- Analizar la evolución del aprovechamiento hidráulico de las diversas fuentes a lo largo del periodo de estudio.
- Determinar el comportamiento de rendimientos y productividad a través del proceso de tecnificación en el periodo estudiado.
- Elaborar el índice de sustentabilidad para la región donde se ubica el Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”
- Evaluar, a través del modelo econométrico, el impacto en la producción de los diversos factores e insumos que intervienen en el proceso. En este caso, se incluye la inversión en tecnificación y la superficie tecnificada, así como otros indicadores dentro del conjunto de posibles variables explicativas del modelo.
- Obtener conclusiones y en su caso, proponer acciones de mejora.
- Los aspectos mas relevantes de la metodología empleada, aplicados directamente al caso de estudio, se presentan en el **Anexos 4**.

### **5.2.1. El modelo econométrico.**

Existen al menos dos formas de estudiar la posible respuesta de la producción agrícola de riego a la disponibilidad hídrica: La primera fundamentalmente utiliza los datos sobre requerimientos hídricos por tipo de cultivo y suelo, los rendimientos económicos y las posibilidades de sustitución de cultivos para predecir las posibles respuestas de la producción. La segunda hace uso de series históricas agregadas de recursos hídricos y de la producción de riego.

El primer tipo resulta ser más preciso y eficaz como reducida y homogénea sea la zona objeto de análisis; sin embargo, al avanzar en extensión y heterogeneidad, los factores relevantes, cuyo impacto resulta difícil de cuantificar de manera a priori, irán en aumento.

En este caso, el enfoque histórico agregado, que ofrece la segunda opción, resulta útil. Por ello, en el presente trabajo se ha optado por esta segunda opción, al tratarse del análisis de una superficie de riego extensa y heterogénea en sus condiciones, donde coexisten zonas de riego tradicionales con explotaciones altamente tecnificadas y en donde no se tienen datos específicos de la producción por tipo de explotación, por tipo de fuente de aprovechamiento o aún más, por características de la parcela.

La metodología de análisis es de aplicación idónea a proyectos de tardío rendimiento, como es el caso de las inversiones en distritos de riego, ya que se evalúa sobre flujos de caja ya realizados y con inversiones pendientes de efectuar.

Para el análisis de referencia se debe partir de varios supuestos que se consideran fundamentales:

- Las estadísticas reportadas por los usuarios, la Comisión Nacional del Agua y la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Guanajuato son confiables. Los datos utilizados corresponden al periodo 1996-1997 al 2011-2012.
- Los valores medios de láminas de riego por cultivo, a nivel distrito, son representativos del volumen promedio utilizado por hectárea para los cultivos.
- Para deflactar los precios de los insumos y el valor de la producción se utilizará el Índice de Precios Implícito del Producto Interno Bruto (INEGI), tomando como año base 2010.
- El objeto de estudio, de la presente investigación, es un proyecto en operación, en donde una parte importante de las inversiones, consideradas originalmente como requeridas, ya se han efectuado y sin embargo, aún requiere de la realización de nuevas inversiones.
- Se utilizarán modelos econométricos de funciones de producción cuyas variables explicativas, se conforman por indicadores y factores influyentes en la producción agrícola, en el proceso productivo y en el desempeño del programa de modernización del Distrito de Riego 011.

### **5.2.1.1. Indicadores.**

Sin pretender superar todas las limitaciones mencionadas en la revisión de la literatura, tomando como base las recomendaciones existentes acerca de lo que los agricultores y administradores de sistemas de riego perciben como objetivos operativos más importantes, se eligió un conjunto mínimo de indicadores con los que se busca robustecer la evaluación del impacto de las acciones de rehabilitación, modernización y/o tecnificación en la agricultura de riego en el Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”.

Entre los indicadores que se propone revisar se encuentran los siguientes:

#### **5.2.1.1.1. Productividad del agua ( $I_V$ )**

La productividad del agua es dependiente tanto de la cantidad de agua utilizada como del desempeño productivo y del precio medio rural imperante.

La productividad del agua, ya sea media o marginal, se utiliza para medir la aportación del recurso hídrico en el proceso productivo.

Es un indicador estratégico del programa de rehabilitación y modernización ya que las metas del mismo, a nivel nacional, se establecen usando este indicador, el cual puede estar expresado como:

$$I_V (\$/m^3) = \frac{V}{W_D} \quad (5.1)$$

Dónde:

$I_V$ : Productividad del agua,  $\$/m^3$ .

$V$ : Valor monetario <sup>88</sup> total de la producción pagado a los agricultores, \$.

Son los ingresos totales por la venta de la producción generada por los cultivos (\$)

$W_D$ : Volumen bruto, a nivel de fuente de abastecimiento, que se entrega a los usuarios de un distrito de riego,  $m^3$ .

O bien,

$$I_V \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{Q}{W_D} \quad (5.2)$$

Dónde:

$I_V$ : Productividad del agua,  $kg/m^3$ .

$Q$ : Volumen de producción obtenida por cultivos cosechados en un año agrícola, que se sembraron en ese periodo, aunque su cosecha se presente en el siguiente año agrícola, Ton.

$W_D$ : Volumen bruto, a nivel de fuente de abastecimiento, que se entrega a los usuarios de un distrito de riego,  $m^3$ .

---

<sup>88</sup> Nota.-

Esta definición normalmente se refiere a precios corrientes, en el caso particular de la presente investigación utilizaré precios constantes a 2010.

### 5.2.1.1.2. Superficie modernizada ( $I_{SMT}$ )

Refleja el avance reportado institucionalmente en la tecnificación del sistema parcelario. Es definido por el valor resultante de dividir la superficie tecnificada a la fecha de inicio del año agrícola entre la superficie física regada durante ese mismo año agrícola.

$$I_{SMT} = \frac{S_{TP}}{S_{FR}} \quad (5.3)$$

Dónde:

$I_{SMT}$ : Índice de Superficie modernizada, adimensional.

$S_{TP}$ : Superficie tecnificada a nivel parcelario destinado al cultivo  $i$ , ha

$S_{FR}$ : Superficie del Distrito de Riego que recibió, al menos un riego, durante el año agrícola, ha.

Quizás la crítica para este indicador, es que no hace diferencias entre los diversos tipos de tecnificación o modernización de la superficie.

En el caso concreto del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” más del 90% de los trabajos de tecnificación que se han realizado son con sistemas a baja presión, del tipo de multi-compuertas por lo que, para fines de nuestra evaluación, no se requiere de un desglose mayor sobre el tipo de tecnificación.

### 5.2.1.1.3. Intensidad en el uso de la tierra ( $I_R$ ).

La intensidad en el uso de la tierra es una característica importante de un año agrícola. Define el grado de aprovechamiento de la superficie de un sistema o Distrito de Riego. La intensidad en el uso de la tierra no solo incide en la cantidad de agua utilizada, la lámina de riego y la eficiencia misma del sistema, también lo hace en el balance de nutrientes de N, P y K, en especial cuando no se da una rotación de cultivos en la misma superficie de un año agrícola al siguiente <sup>89</sup>

$$I_R = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{S_{FR}} \quad (5.4)$$

Dónde:

$I_R$ : La intensidad en el uso de la tierra, adimensional.

$A_i$ : Área del suelo, sembrada del cultivo  $i$ , durante el año agrícola, en la cual se obtuvo producción agrícola, ha.

$S_{FR}$ : Superficie del Distrito de Riego que recibió, al menos un riego, durante el año agrícola, ha.

### 5.2.1.1.4. Disponibilidad relativa de agua ( $DRA_R$ )

Refleja el impacto de la sequía en la producción y forma de uso del agua. Es la razón entre el agua del riego suministrada y la demanda de riego de un área dada. Cuando la disponibilidad relativa de agua real para riego está por debajo de 1, el sistema está operando en condiciones de riego deficitario.

---

<sup>89</sup> ERNST, O.; SIRI PRIETO, G. 2009. Manejo del suelo y rotación con pasturas: efecto sobre rendimiento de cultivos, su variabilidad y el uso de insumos. In: Primer Simposio Nacional de Agricultura de Secano. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Uruguay. pp: 125-140.



Este indicador es en cierta medida dependiente de la disponibilidad de agua, dependencia que se vuelve más crítica durante las épocas de escasez de agua; no obstante, no es necesariamente un indicador de la disponibilidad de agua sino, más bien, de la disponibilidad de agua para el cultivo en relación con su necesidad. La disponibilidad relativa de agua para riego revela la forma en que se ha manejado el agua en una determinada área.

$$D_{RAR} = \frac{W_D}{\sum_{i=1}^n ET_i} \quad (5.5)$$

Dónde:

$D_{RAR}$ : Disponibilidad relativa de agua real para riego, adimensional.

$W_D$ : Volumen bruto, a nivel de fuente de abastecimiento, que se entrega a los usuarios de un distrito de riego, m<sup>3</sup>.

$ET_i$ : Es la demanda de riego. Se define como la diferencia entre la demanda de agua del cultivo  $i$  durante su ciclo vegetativo y la precipitación efectiva, m<sup>3</sup>.

La demanda de riego se ha calculado utilizando las demandas de agua de los cultivos derivadas del paquete CROPWAT<sup>90</sup> y bajo el método FAO de Penman-Montieth. Los datos sobre el clima de las estaciones meteorológicas (temperatura, precipitación, velocidad del viento, humedad y horas de luz solar) se usaron para calcular la evapotranspiración potencial de los cultivos.

---

<sup>90</sup> Nota.-

CROPWAT es una herramienta de apoyo desarrollada por la Land and Water Development Division de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

#### **5.2.1.1.5. Valores índice.**

Una forma habitual de expresar magnitudes en términos relativos consiste en su conversión a números índices, los cuales no son más que un simple instrumento que facilita la comparación entre una o varias series cronológicas. En general, a la razón entre cada valor de una serie y el año base, multiplicada por cien, se le llama índice, es decir, cada valor de la serie se divide por el correspondiente a un año base y el resultado se multiplica por cien.

$$I_{xi,0} = \frac{x_{ij}}{x_{i0}} * 100 \quad (5.6)$$

Dónde:

$I_{xi,0}$ : Índice de factor  $x_i$

$x_{ij}$ : Valor del factor  $x_i$  en el año  $j$

$x_{i0}$ : Valor del factor  $x_i$  en el año base.

En la presente investigación y a efectos de ser utilizados en la elaboración del modelo econométrico, se formulan los índices de la superficie cosechada y de la superficie física regada.

#### **5.2.1.1.6. Tasa de variación relativa (TVA).**

Las tasas de variación permiten estudiar el cambio en dos momentos del tiempo y ayuda a determinar el ritmo de crecimiento del dato analizado. Normalmente se aplica para dos periodos subsiguientes; cuando estos periodos son dos años consecutivos se denomina “tasa de variación anual”.

Se denomina tasa relativa cuando es referida a un valor inicial. En el caso de las tasas anuales, la variación puede ser referida a un año o base o bien al año precedente. La tasa de variación anual relativa se obtiene con la siguiente expresión:

$$TVA_{xi} = \left( \frac{x_{in}}{x_{ij}} - 1 \right) * 100 \quad (5.7)$$

Dónde:

$TVA_{xi}$ : Tasa de crecimiento anual del factor  $x_i$

$x_{ij}$ : Valor del factor  $x_i$  en el año inicial  $j$

$x_{in}$ : Valor del factor  $x_i$  en el año final  $n$

Cuando el intervalo de tiempo abarca varios años se le denomina tasa media anual acumulada o tasa de crecimiento y se expresa como:

$$TCA_{xi} = \left( \sqrt[m]{\frac{x_{in}}{x_{ij}}} - 1 \right) * 100 \quad (5.8)$$

Dónde:

$TCA_{xi}$ : Tasa de crecimiento anual del factor  $x_i$

$x_{ij}$ : Valor del factor  $x_i$  en el año inicial  $j$

$x_{in}$ : Valor del factor  $x_i$  en el año final  $n$

$m$ : Total de periodos comprendidos (n-j)

### 5.2.1.2. Selección de variables.

En este caso, como en muchas aplicaciones del análisis de regresión, el conjunto de variables a ser incluidas en el modelo de regresión no ha sido predeterminado, y por tanto, la primera parte del análisis será encontrar el apropiado subconjunto de variables explicativas para el modelo (problema de selección de variables).

La selección de variables y la forma en que estas deben presentarse en el modelo (log de la variable, raíz de la variable u otra) van de la mano. Las preguntas que se formulan son:

- ¿Cuáles variables deben ser incluidas?
- ¿En qué forma deben ser incluidas las variables?

La construcción de un modelo de regresión que incluya solamente un subconjunto de las variables explicativas, involucra dos criterios opuestos:

1. Tomar un modelo en el cual se incluya la mayor cantidad de variables explicativas como sea posible, de tal manera que el sesgo del error sea pequeño, de tal manera que pueda tenerse la fiabilidad de los valores ajustados.
2. Optar por incluir pocas variables y hacer que la varianza de las predicciones sea razonablemente pequeña (el promedio de la varianza de los valores estimados es  $\frac{\rho\sigma^2}{n}$ , donde  $\rho$  es el número de parámetros que hay en el modelo y  $n$  el número de observaciones).

Buscar un equilibrio entre los dos criterios es lo que se llama “la selección de la mejor ecuación de regresión”.

Cuando se plantea la estimación de un modelo econométrico es necesario disponer de información estadística de las variables que se utilizarán en la construcción de éste, además de tener claros los objetivos perseguidos en dicha función.

En la elaboración del modelo propuesto, se han realizado las siguientes fases:

- Recolección de información y contraste de hipótesis de los datos.
- Especificación.
- Estimación de los parámetros.
- Contraste diagnóstico o de validación.
- Selección del modelo.

La elaboración de un modelo comúnmente sigue en su desarrollo el proceso descrito en la **Figura 5.31**

En este caso, y dado que el conjunto de variables explicativas que integran el modelo no fue determinado a priori, se ha tenido la necesidad repetir algunas de las fases, lo cual es acorde con lo indicado en la **Figura 5.31**

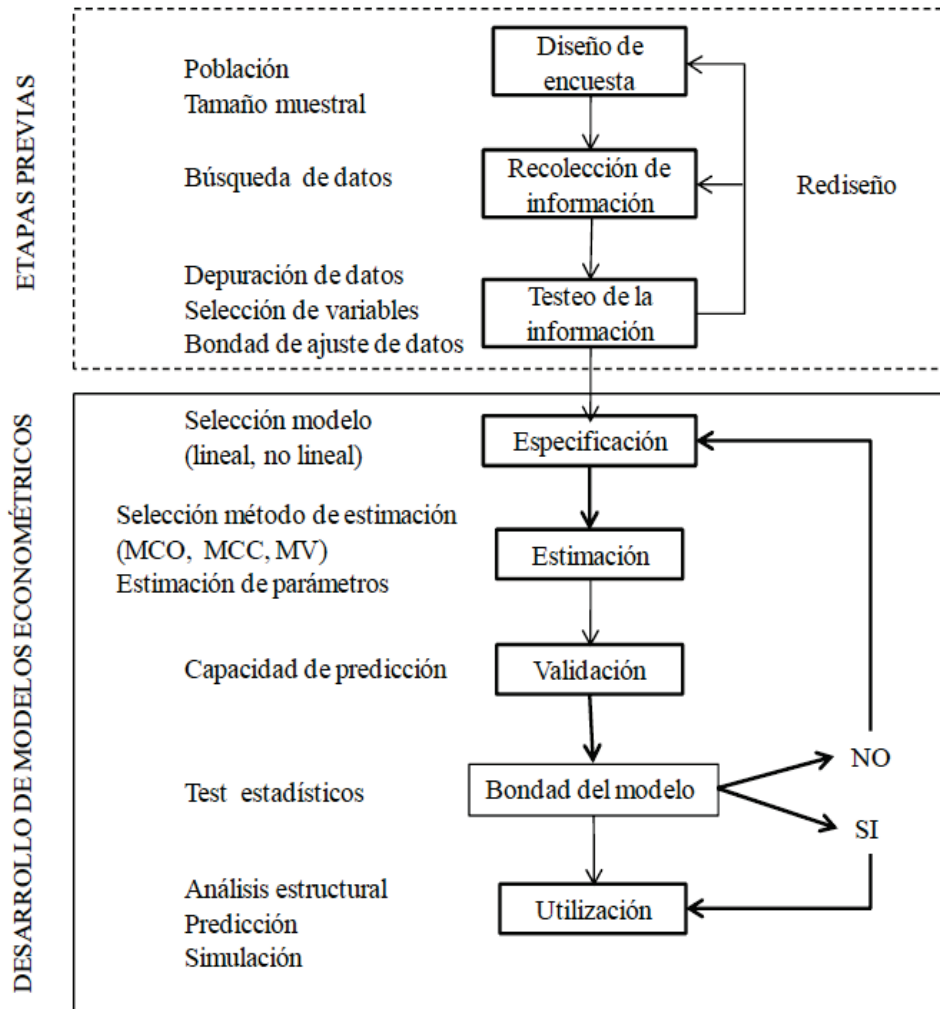


Figura 5.31. Etapas en el desarrollo de un modelo econométrico

### 5.2.1.3. Recopilación de información.

El proceso de recolección de la información, etapa inicial de cualquier investigación, es considerada el cimiento sobre el que se sustenta el proceso de modelización. Para realizar esta etapa de forma correcta ha sido necesario el apego a los criterios de selección previamente establecidos y tener presentes las siguientes consideraciones:

Como lo ha señalado Bolaños (1999), es recomendable realizar una investigación de tipo descriptivo-analítico, que permita hacer la descripción, el registro, el análisis y la interpretación de la naturaleza actual y la composición de los fenómenos que intervienen en el proceso, además, de permitir la elaboración de un marco de estudio a partir del que se deduce una problemática, o bien formular un diagnóstico con el fin de conocer carencias esenciales y sugerir una acción posterior.

La recolección de la información, necesaria para alimentar al modelo y sus componentes, provino de fuentes primarias y secundarias: Se revisaron las publicaciones existentes en internet y prensa escrita; se acudió a las diversas Dependencias del sector como: la Comisión Nacional del Agua (Jefatura del Distrito, Dirección Local Guanajuato y Gerencia de Distritos de Riego), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), el Fideicomiso Instituido en relación a la Agricultura (FIRA), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y, también a los usuarios por conducto de la Asociación Nacional de Usuarios de Riego, la Sociedad de Responsabilidad Limitada “Distrito de Riego 011 Río Lerma Guanajuato, S.R.L. de I.P. de C.V.” y las diversas asociaciones de agricultores del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”.

Una vez superada la etapa de recopilación de datos, con el propósito de comprobar si las propiedades supuestas para la población, son compatibles con lo observado en la muestra, fue necesario realizar un contraste de hipótesis considerando que las observaciones deben cumplir con las propiedades de normalidad, homocedasticidad e independencia, tal y como lo señalaron Martín *et al.*, en 1997.

#### **5.2.1.4. Fase de especificación.**

Comenzó con la formulación del modelo estructural, para lo que fue necesario definir la variable productiva a determinar y seleccionar las variables endógenas utilizadas en la estimación. En este caso, la variable a explicar elegida fue la producción media anual por unidad de superficie cosechada, rendimiento (Y), del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”

En la inclusión de las variables explicativas del modelo, una premisa a considerar, es que éstas deben ser fácilmente obtenibles con la información que se genera de manera cotidiana en un distrito de riego. Esto tiene como finalidad facilitar la replicación del procedimiento, a diferentes niveles, en cualesquier Distrito de Riego.

Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo multidimensional para determinar la correlación entre las variables, con el propósito de evitar la dependencia entre las mismas. Para llevar a cabo esta tarea, se hizo indispensable la utilización de algún software estadístico, en este caso se han utilizado los paquetes estadísticos SAS y Minitab Statistical Software.

Una vez realizado el análisis, aquellas variables que han presentado alto grado de correlación entre sí, han sido estudiadas, con el propósito de descartar -de cada par de variables- una de ellas, disminuyendo el número de posibles variables explicativas que formarán parte del modelo definitivo. Es decir, estimadas las correlaciones, es posible eliminar las variables altamente correlacionadas, para posteriormente seleccionar las variables explicativas de la ecuación del modelo.



En la formulación del modelo y de las relaciones funcionales a utilizar, se abogó por el principio de Parsimonia,<sup>91</sup> pero con el fin de evitar la omisión de variables relevantes en la investigación se han incluido variables adicionales bajo el principio de redundancia:

*Ningún indicador por si solo describe de manera adecuada el desempeño de un distrito o de un sistema de riego, pero un número razonable de ellos puede brindar valiosa información para la evaluación y la toma de decisiones en el manejo del mismo.*

#### **5.2.1.5. Fase de estimación de parámetros.**

Los métodos de estimación dependen tanto de la relación de dependencia de las variables como del tipo de modelo.

En la determinación de funciones de producción, el tipo de dependencia más habitual corresponde a aquellas en que se presenta una relación, con una variable dependiente métrica y un conjunto de variables independientes que pueden ser o no ser métricas (Ver **Figura 5.32**)

En la formulación del modelo se ha seguido la recomendación relativa a realizar el planteamiento de varios modelos alternativos, incorporando todas o parte de las variables explicativas, con distintas formas funcionales, hasta lograr el modelo definitivo. Entre los modelos formulados se incluyen los modelos polinomiales (lineales, cuadrático y cúbico) y del tipo Cobb-Douglas.

---

<sup>91</sup> El principio de Parsimonia. También llamado del filo de la navaja de Occam, plantea que las descripciones deben mantenerse tan simples como sea posible hasta que prueben ser inadecuadas

Una vez especificado el modelo, se prosiguió con la fase de estimación de los parámetros estructurales.

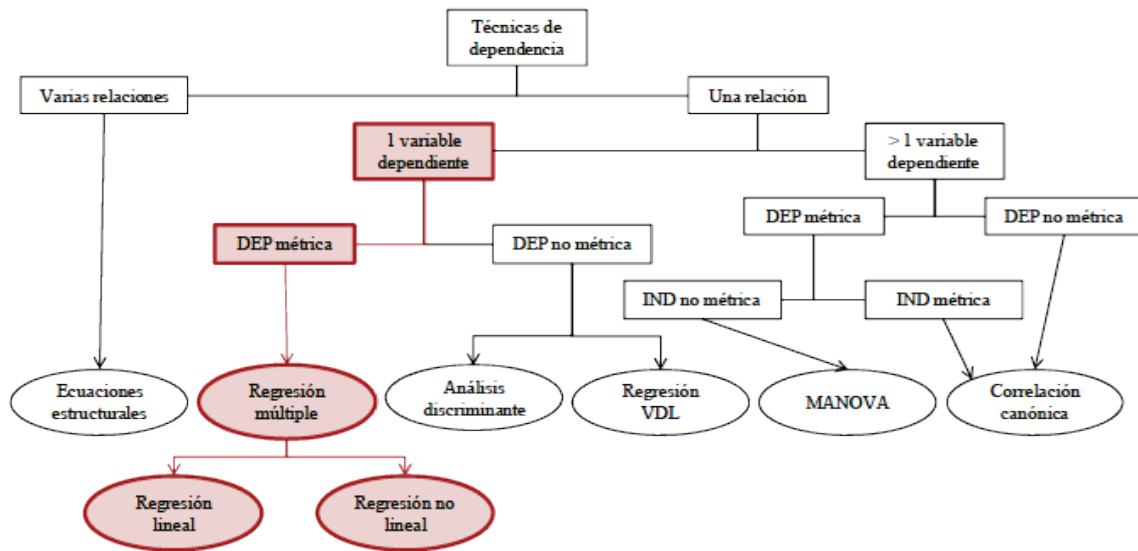


Figura 5.32. Técnicas de análisis de dependencia<sup>92</sup>.

Como ya ha sido comentado, en el presente proyecto se ha propuesto utilizar como variable dependiente al Rendimiento (Y) y como variables explicativas al volumen distribuido total ( $W_D$ ) y la inversión realizada ( $K_{MT}$ ), entre otras variables.

Dentro de los modelos con una relación de dependencia, es posible señalar, como métodos más usuales de estimación de parámetros, los siguientes:

- Método de mínimos cuadrados ordinarios.
- Método de mínimos cuadrados generalizados o de Aitken.
- Método de máxima verosimilitud.

<sup>92</sup> Fuente:  
Adaptado de Uriel, E. y Aldas, J. 2005. Análisis multivariante aplicado. Paraninfo, S.A., Madrid, España.

En todo caso, la técnica de análisis de dependencia más utilizada para la generación de funciones de utilidad y de producción corresponde a la *regresión múltiple*, estando esta representada tanto por relaciones lineales como no lineales. Por lo que la estimación de los parámetros se realizará a través de la técnica de regresión múltiple.

#### **5.2.1.6. Fase de validación.**

En esta fase se trata de comprobar estadísticamente si la especificación del modelo ha sido adecuada.

Para esto, se han formulado una serie de contrastes de hipótesis, tanto de los coeficientes del modelo, como de los residuos o errores cometidos, además de calcular las medidas de ajuste que presenta el modelo. Algunos de estos test estadísticos son:

- Test sobre normalidad de los residuos.
- Test de heterocedasticidad.
- Test de estabilidad de coeficientes.

##### **5.2.1.6.1. Contrastes de validación.**

En los siguientes apartados se presenta una breve descripción de los principales contrastes que han sido utilizados en el presente trabajo.

###### Test sobre normalidad de los residuos.

La regresión lineal normal clásica parte del supuesto que cada  $u_i$  está normalmente distribuida con:

Media:	$E(u_i) = 0$
Varianza:	$E[u_i - E(u_i)]^2 = E(u_i^2) = \sigma$
Covarianza ( $u_i, u_j$ ):	$E\left[[u_i - E(u_i)][u_j - E(u_j)]\right]^2 = E(u_i u_j) = 0 \quad i \neq j$

Generalmente, no se realizan contrastes de normalidad cuando no se cuenta con al menos 50 observaciones en cada variable. Aun así, se ha procedido a realizar el Test de Hougaard.

Test de Hougaard.

Se basa en los residuos obtenidos por medio de MCO. A través de esta prueba de normalidad, se determinan dos propiedades de la distribución de los residuos: la asimetría y la curtosis (o apuntalamiento).

Coefficiente de Asimetría:  $S = \frac{E(X-u)^3}{\sigma^3}$

Coefficiente de Curtosis:  $K = \frac{E(X-u)^4}{[E(X-u)^2]^2}$

La utilización de estos coeficientes permite, a su vez, calcular el índice de Jarque Bera, por medio de la siguiente ecuación (Gujarati, 2003):

$$JB = n \left[ \frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right]$$

A medida que los coeficientes S y K, se aproximan a 0 y 3 respectivamente, la probabilidad de normalidad de los residuos por la obtención de un bajo valor del índice de Jarque Bera aumenta. El valor de probabilidad debe ser mayor a 0.05 para aceptar la hipótesis nula de normalidad de residuos.

#### Test de Heteroscedasticidad.

El modelo básico de regresión lineal exige, como hipótesis primaria, que la varianza de las perturbaciones aleatorias, condicional a los valores de las X, sea constante. En otras palabras, la varianza condicional de  $Y_i$  (la cual es igual a la de  $u_i$ ), condicional a las X, permanece igual sin importar los valores que tome la variable X. Algebraicamente esto es expresado como:

$$E(u_i^2) = \sigma_u^2$$

Para clarificar el fenómeno de heterocedasticidad, en las **Figura 5.33** y **Figura 5.34** se aprecian gráficamente las diferencias entre las perturbaciones homocedásticas y heterocedásticas.

En ambas figuras a medida que aumenta X, Y también lo hace, sin embargo, en la **Figura 5.34**, la varianza se incrementa con aumentos de X, es decir, presenta heterocedasticidad.

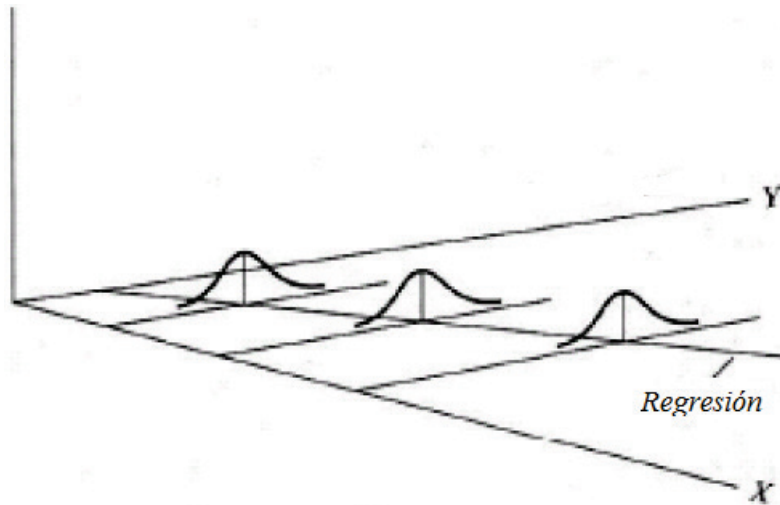


Figura 5.33. Perturbaciones homoscedásticas.

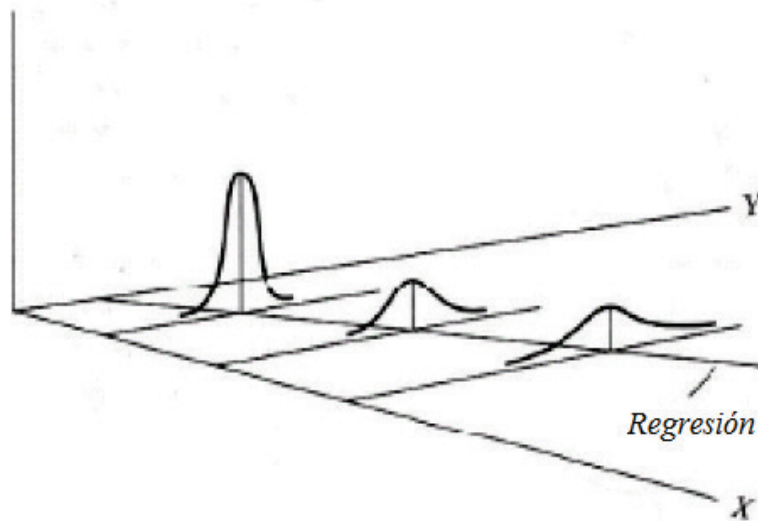


Figura 5.34. Perturbaciones heteroscedásticas.

Existen básicamente dos metodologías para detectar la presencia de heterocedasticidad, métodos gráficos y contrastes numéricos. Dentro de los contrastes numéricos se encuentran, entre otros, los test de Park, Goldfeld-Quant y White. El *Contraste de White*, parece ser algo más robusto, al no requerir supuestos previos como, por ejemplo, la normalidad de los residuos (Gujarati, 2003).

En la presente investigación se ha optado por el método gráfico y como apoyo se ha realizado el *Contraste de White*; este procedimiento constituye una forma general de identificar la presencia de heterocedasticidad, sin hacer supuestos sobre la incidencia de una variable en particular o sobre la distribución de los residuos.

El Contraste de White se realizó a través del paquete estadístico E-Views 2.0 de Quantitative Micro Software, el cual presenta dos opciones:

- No Cross Terms: Realiza la regresión de los errores al cuadrado de la regresión inicial del modelo escribiendo como explicativas todas las exógenas de la inicial y sus valores al cuadrado.
- Cross Terms: Incluye además, de lo señalado anteriormente, como explicativas del error al cuadrado, los productos no repetidos de todas las variables explicativas del modelo inicial entre sí.

En modelos con menos de 30 observaciones por variable explicativa, es recomendable utilizar la primera opción (para así evitar eliminar completamente los grados de libertad).

#### Test de estabilidad de coeficientes.

La estabilidad de los coeficientes de regresión puede verse alterada por la presencia de cambios estructurales en la relación entre la variable explicada ( $Y$ ) y las variables explicativas.

Un cambio estructural hace referencia a que los valores de los parámetros del modelo no permanecen constantes a lo largo de todo el período (Gujarati, 2003). Esta inestabilidad suele darse en regresiones que involucran series de tiempo y se plantea la posibilidad de observarlas al cambiar la escala de producción. Cuando no existe un cambio estructural, se espera que las estimaciones de los parámetros se mantengan esencialmente constantes al ir aumentando la muestra en forma secuencial y los residuos no se desvíen ampliamente de cero.

#### 5.2.1.7. Selección del Modelo.

Una vez estimados los parámetros de los modelos y realizados los contrastes de diagnóstico y validación de los modelos, se realizó la selección de uno de ellos, el cual se utilizará para realizar los análisis de la presente investigación. El modelo seleccionado correspondió al de una relación empírica expresada en una función de producción agregada tipo Cobb-Douglas.

$$Y_t = T_t K_{MT}^{\beta_2} I_{US}^{\beta_3} W_D^{\beta_4} J_{OR}^{\beta_5}$$

Dónde:

Y: Producción agrícola en el año t, medida por unidad de superficie.

$K_{MT}$ : Capital invertido en la rehabilitación, modernización y/o tecnificación, tanto sea público como privado, medido en millones de pesos, en el año t-j según el número de retardos utilizados.

$I_{US}$ : Intensidad en el uso de la superficie física de riego, medida adimensional.

$W_D$ : Volumen total de recursos hídricos que se han dispuesto en el año t,  $Mm^3$ .

$J_{OR}$ : Trabajo generado, medido en jornales, necesario para la producción.

$T_t$ : Índice de eficiencia.



La variable  $T_t$  es un índice que evoluciona conforme a la siguiente expresión:

$$T_t = T_0 e^{(\beta_1 t + \varepsilon_{1t})}$$

Dónde:

$\varepsilon_1$ : Es el término de error de la ecuación. La inclusión de esta variable temporal permite captar posibles tendencias derivadas, por ejemplo, del cambio en el método de riego o de fertilizantes.

La expresión anterior, una vez linealizada a través de logaritmos, toma la siguiente forma:

$$\ln(Y_t) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \ln(KMT_{t-j}) + \beta_3 \ln(IUS_t) + \beta_4 \ln(WD_t) + \beta_5 \ln(JOR_t) + \varepsilon_{1t}$$

En el caso de la variable inversión ( $K_{MT}$ ) se plantea la posibilidad de su manejo con retardos previendo un mejor ajuste debido a que la mayor parte de las obras públicas requieren que transcurra al menos un año para su pleno rendimiento ya que, una vez puestas en operación, normalmente requieren de ajustes e inversiones complementarias realizadas, en este caso, por los propios usuarios.

La selección de retardos utilizados, de la variable  $W_D$ , se realizará recurriendo al criterio AIC (Akaike Information Criterion) y el principio de parsimonia.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

Un elemento clave de la planificación agrícola e hidrológica es la cuantificación de las relaciones entre la producción agrícola de riego y la disponibilidad de recursos hídricos, las acciones de rehabilitación, modernización y/o tecnificación tienen como finalidad contribuir al incremento de la producción al asegurar una disponibilidad oportuna y suficiente del recurso hídrico. En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos conforme a la metodología planteada así como la discusión de los mismos.

### 6.1. El modelo econométrico.

El modelo elaborado se fundamenta en una relación técnica, empírica, entre la producción por unidad de superficie cosechada y las variables seleccionadas.

$$Y_t = T_t K_{MT}^{\beta_2} I_{US}^{\beta_3} W_D^{\beta_4} J_{OR}^{\beta_5}$$

Dónde:

Y: Producción agrícola en el año t, medida por unidad de superficie.

$K_{MT}$ : Capital invertido en la rehabilitación, modernización y/o tecnificación, tanto sea público como privado, medido en millones de pesos, en el año t-j según el número de retardos utilizados.

$I_{US}$ : Intensidad en el uso de la superficie física de riego, medida adimensional.

$W_D$ : Volumen total de recursos hídricos que se han dispuesto en el año t,  $Mm^3$

$J_{OR}$ : Trabajo generado, medido en jornales, necesario para la producción.

$T_t$ : Índice de eficiencia que evoluciona acorde a la siguiente expresión:

$$T_t = T_0 e^{(\beta_1 t + \varepsilon_{1t})}$$

### 6.1.1. Información utilizada y selección de variables

A continuación se muestran las estadísticas básicas de las variables utilizadas en el proceso final de selección. los valores particulares de cada observación y variable pueden ser consultados en el **anexo 4**.

Variable	N	Media	Desviación típica	Suma	Mínimo	Máximo
Y	16	9.23188	0.61198	147.71000	7.98000	10.44000
WD	16	1033.40634	217.48388	16534.50139	677.12000	1482.44403
WD1	16	1053.75915	224.50617	16860.14639	677.12000	1482.44403
WD2	16	1054.11636	224.86293	16865.86172	677.12000	1482.44403
WD3	16	1097.27754	225.07026	17556.44070	677.12000	1482.44403
PPT	16	678.57132	140.39659	10857.14119	472.20000	973.89000
JOR	16	2.68467	0.33323	42.95471	2.22201	3.48328
KMT	16	58.92161	27.82096	942.74583	21.60087	115.47711
KMT1	16	59.11214	27.64454	945.79431	21.60087	115.47711
KMT2	16	57.76209	30.02232	924.19345	0.01000	115.47711
KMT3	16	53.25946	32.99234	852.15135	0.01000	115.47711
IUS	16	0.65287	0.09250	10.44584	0.56497	0.81967
DRA	16	1.39500	0.06593	22.32000	1.28000	1.52000

Donde:

- Y: Producción anual por unidad de superficie cosechada (Rendimiento promedio) del total de los cultivos en el año agrícola seleccionado, Ton/ha
- WD: Volumen de agua bruto distribuido en el año seleccionado i, Mm<sup>3</sup>.
- WD1: Volumen de agua bruto distribuido en el año anterior al año seleccionado i, Mm<sup>3</sup>.
- WD2: Volumen de agua bruto distribuido dos años antes al año seleccionado i, Mm<sup>3</sup>.
- WD3: Volumen de agua bruto distribuido tres años antes al año seleccionado i, Mm<sup>3</sup>.
- PPT: Precipitación promedio en el área del Distrito de Riego 011 en el año i, mm.
- JOR: Mano de obra reportada como requerida para la producción total de los cultivos en el año i, Millones de Jornales.
- KMT: Inversión realizada en el año i en acciones de rehabilitación, modernización y/o tecnificación de la infraestructura, Millones de pesos.
- KMT1: Inversión realizada un año antes al año i en acciones de rehabilitación, modernización y/o tecnificación de la infraestructura, Millones de pesos de 2010.
- KMT2: Inversión realizada dos años antes al año i en acciones de rehabilitación, modernización y/o tecnificación de la infraestructura, Millones de pesos.
- IUS: Intensidad en el uso de la superficie física de riego en el año i, adimensional.
- DRA: Disponibilidad relativa del agua real en el año i, adimensional.

### 6.1.2. Especificación.

Los resultados del análisis de dependencia lineal entre variables muestran que existe un cierto grado de correlación entre la variable  $W_D$  y las variables con retardo que se derivan de la misma  $W_{D1}$ ,  $W_{D2}$  y  $W_{D3}$ , así como entre la variable  $K_{MT}$  y las variables con retardo  $K_{MT1}$  y  $K_{MT2}$ . Lo anterior era previsible dado que se trata, en cada caso, de una variable y sus retardos.

El resultado del análisis de correlación Pearson entre la variable endógena  $Y$  y las posibles variables explicativas, realizado a través del software estadístico SAS,<sup>93</sup> se muestra a continuación:

Coeficientes de correlación Pearson, N = 16  
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	Y	WD	WD1	WD2	WD3	PPT	JOR
Y	1.00000	-0.53075 (0.0344)	0.30357 (0.2530)	0.28892 (0.2778)	-0.22479 (0.40260)	-0.21745 (0.41850)	-0.04466 (0.8695)
	KMT	KMT1	KMT2	KMT3	IUS	DRA	
Y	0.06008 (0.8251)	-0.01607 (0.95290)	0.08836 (0.7449)	-0.00928 (0.9728)	-0.81833 (0.00010)	0.49247 (0.0526)	

Como se puede observar, el análisis de correlación arroja valores menores a 0.90, al contrastar la variable  $Y$  con las variables explicativas propuestas, , por lo que no se descartó a ninguna de las variables, como posibles explicativas, antes de la obtención de estimadores.

---

<sup>93</sup> Statistical Analysis System (SAS). Software desarrollado en 1976 por la Universidad Estatal de Carolina del Norte para el análisis de los proyectos de investigación agrícola.

### 6.1.3. Estimación de parámetros.

Para la evaluación del modelo, previamente linealizado a través de la toma de logaritmos de cada parte de la expresión, se utilizó el procedimiento REG y el comando ADJSQR del paquete estadístico SAS.<sup>95</sup>

El subconjunto elegido, fue aquel cuyas variables explican el evento estudiado; es una expresión significativa al 95% y cuenta con al menos una variable significativa también al 95%. De igual forma, se buscó que el conjunto elegido tuviera: un adecuado coeficiente de determinación  $R^2$  ajustado; el menor valor de cuadrado medio del error o cuadrado medio de las desviaciones de la regresión (CMDR); un coeficiente de Mallows adecuado y el menor valor en el criterio de Akaike. A continuación, se muestran los datos del conjunto de variables elegido:

Variable dependiente: LY							
Método de selección R-cuadrado ajustado							
Number in Model	Adjusted R-Square	R-Square	C(p)	AIC	J(p)	MSE	-Parámetros estimados- Intercept
7	0.6038	0.7887	7.0979	-100.4986	0.0026	0.00175	0.56897

Number in Model	Adjusted R-Square	-----Parámetros estimados-----					
		LWD	LKMT2	LJOR	LIUS	LWD1	LWD2
7	0.6038	0.09871	0.00364	0.10988	0.49778	0.03324	0.10809

El ajuste se encontró cuando la variable Inversión ( $K_{MT}$ ) ingresa con dos retardos y la variable Volumen distribuido ( $W_D$ ) ingresa sin retardo, además de con uno, dos y tres retardos.

$W_D$ ,  $K_{MT}$ ,  $J_{OR}$ ,  $I_{US}$  son el componente determinístico del modelo.

<sup>95</sup> En el anexo 4 se muestran los comandos utilizados en el paquete estadístico SAS para la realización de esta estimación.

### 6.1.4. Validación.

Elegida la relación empírica tipo Cobb-Douglas y las variables que en ella intervienen se procedió a comprobar si la especificación del modelo ha sido la correcta, realizando los contrastes de hipótesis indicados en la metodología. El resultado de este análisis se muestra a continuación.

Procedimiento REG  
Modelo: Tipo Cobb-Douglas  
Variable dependiente: LY

#### Resumen del modelo

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	0.05214	0.00745	4.27	0.0295
Error	8	0.01397	0.00175		
Total corregido	15	0.06611			

Root MSE	0.04179	R-cuadrado	0.7887
Media dependiente	2.22060	Adj R-Sq	0.6038
Coeff Var	1.88184		

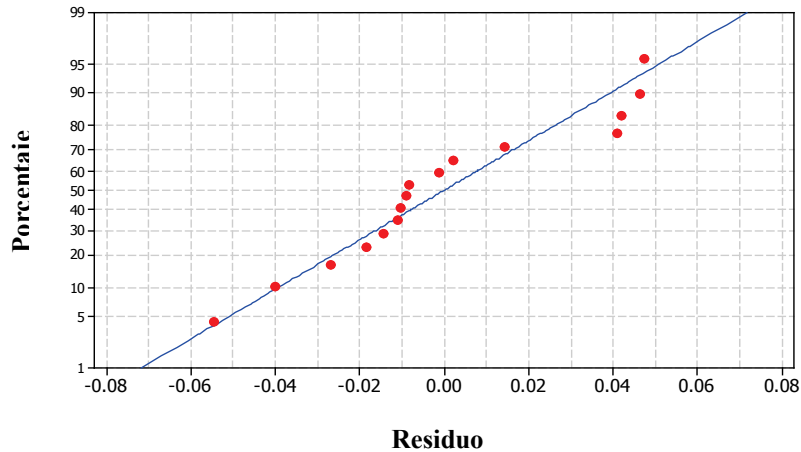
#### Parámetros estimados

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	F-Valor	Pr > F	Type I SS
Término i	1	0.56897	1.38283	45181.00	0.0001	78.89699
LWD	1	0.09871	0.11070	11.71	0.0091	0.02044
LKMT2	1	0.00364	0.00644	1.30	0.2870	0.00227
LJOR	1	0.10988	0.14437	0.18	0.6849	0.00031
LIUS	1	0.49778	0.21944	13.90	0.0058	0.02346
LWD1	1	0.03324	0.10762	1.49	0.2565	0.00261
LWD2	1	0.10809	0.07629	9.00	0.0171	0.01572
LWD3	1	0.01216	0.06229	1.04	0.3386	0.00899

Durbin-Watson D	1.293
Número de observaciones	16
1st Autocorrelación de orden	0.197
Suma de residuales	0
Suma de residuales cuadrados	0.01397
Residual predicho SS (PRESS)	0.39590

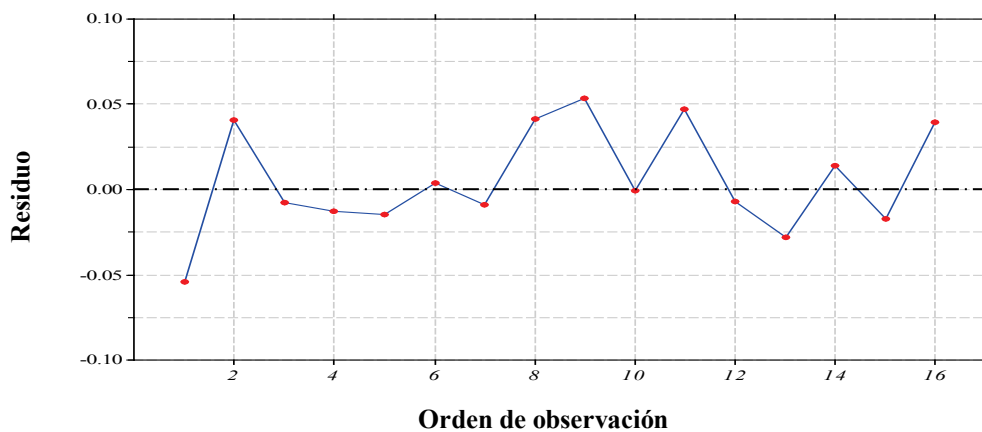
El valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) muestra que el modelo de regresión explica 78.9% de la varianza de la variable LY, lo que indica que el modelo se ajusta a los datos de una manera bastante apropiada; esto se confirma con el valor de  $R^2$  ajustada es 60.4%.

Los resultados del análisis estadístico arrojan la comprobación de la normalidad de los residuos.



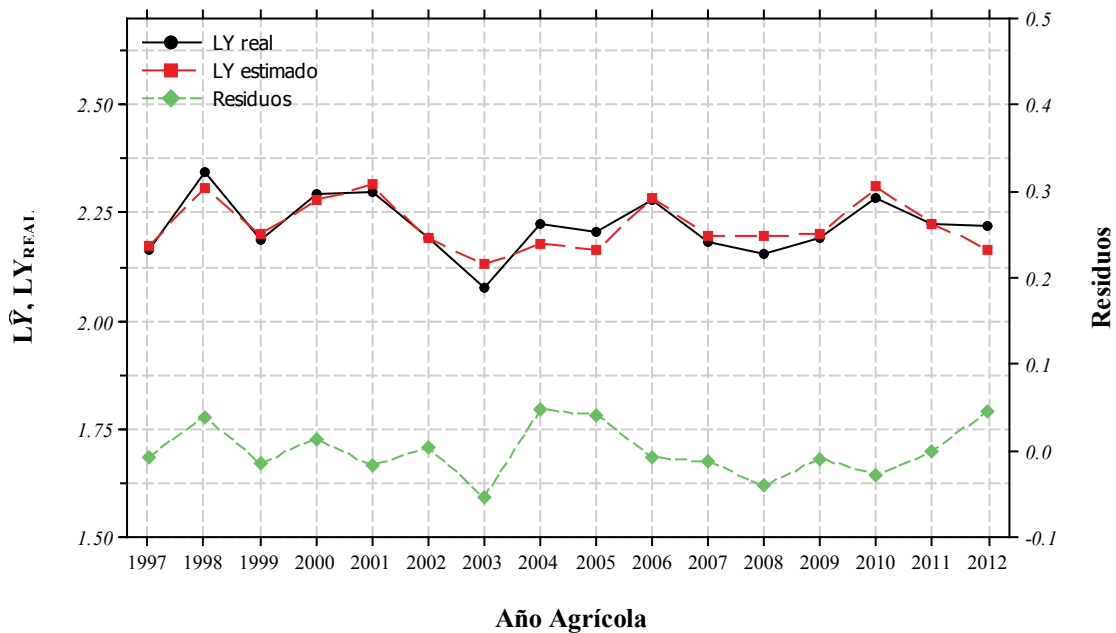
**Fig. 6.1. Gráfica de Probabilidad Normal**  
(La respuesta es LY)

Así mismo, se comprobó el comportamiento de la varianza, con el fin de verificar la presencia de Heteroscedasticidad. Al graficar los residuales con el orden de observación no se aprecia tendencia creciente o decreciente (Ver. **Figura 6.2**);



**Fig. 6.2. Residuos vs orden de observación**  
(La respuesta es LY)

De igual forma al graficar los residuales y el estimador  $\hat{Y}$  de la función (Ver **Figura 6.3**) tampoco se observa una tendencia o un patrón definido que pudiera indicar la necesidad de corrección por Heteroscedasticidad en su varianza, lo que se comprobó con la regresión de los cuadrados de los errores de las respectivas variables (*Contraste de White No Cross Terms*) teniéndose un resultado satisfactorio que indica que no se tiene un comportamiento lineal definido.



**Fig. 6.3. Bondad de ajuste**  
(La respuesta es LY)

Dado el reducido número de observaciones por serie, carece de sentido realizar un contraste formal para estudiar las raíces unitarias, ya que dicho contraste carecerá de potencia alguna y, aunque las series presentaran tendencias estocásticas, si las series estuvieran co-integradas dicha relación debe estimarse por mínimos cuadrados ordinarios.



En ese caso, la regresión resultaría espuria si no existiese relación a largo plazo entre las variables lo cual se manifiesta en un estadístico Durbin-Watson (DW) muy bajo y en residuos con varianza creciente. En el presente estudio, el resultado del estadístico DW pone de manifiesto que no existe tal problema.

Estadístico de Durbin-Watson obtenido (DW) = 1.293

De las tablas se tiene que para  $\alpha = 0.05$ ,  $n = 16$  y  $k = 7$ ,  $d_U = 2.624$ ,  $d_L = 0.398$

Luego:

$$d_L = 0.398 < DW = 1.293 < d_U = 2.624$$

De igual forma debido a que los residuos obtenidos en la estimación no están autocorrelacionados no parece existir problema de omisión de variables relevantes, salvo que estas permanezcan constantes en el periodo muestreado en cuyo caso su efecto estará incluido en el término constante.

En el **Anexo 4** se presenta una síntesis de las pruebas realizadas.

Una vez obtenido el modelo bajo el procedimiento anterior, se realizó el análisis bajo el procedimiento PROC NLIN del paquete estadístico SAS ya que este procedimiento permite obtener mejores aproximaciones al modelo verdadero de la respuesta. Como método iterativo para la estimación se utilizó al método de Gauss-Newton; así mismo, se aplicó la prueba de asimetría de Hougaard obteniéndose que los parámetros se comportan insesgados, eficientes, consistentes y normalmente distribuidos.

### 6.1.5. Modelo seleccionado.

El modelo seleccionado toma la siguiente forma:

$$\hat{Y} = 1.8125 * \langle W_D^{0.0895} * W_{D-1}^{0.0330} * W_{D-2}^{0.1050} * W_{D-3}^{0.0191} * I_{US}^{0.4877} * J_{OR}^{0.1185} * K_{MT-2}^{0.00374} \rangle \quad (6.1)$$

Dónde:

$\hat{Y}$ : Estimador de la producción por unidad de superficie en el año t, Ton/ha.

1.7664: Valor del intercepto. Producción media por unidad de superficie cuando las variables explicativas tienden a cero. En el presente caso equivaldría a la producción obtenida bajo condiciones de temporal (secano)

$W_D$ : Volumen anual distribuido en el año t, Mm<sup>3</sup>

$W_{D-1}$ : Volumen anual distribuido con un retardo, Mm<sup>3</sup>

$W_{D-2}$ : Volumen anual distribuido con dos retardos, Mm<sup>3</sup>

$W_{D-3}$ : Volumen anual distribuido con tres retardos, Mm<sup>3</sup>

$K_{MT-2}$ : Inversión en rehabilitación, modernización y/o tecnificación, Millones de pesos. Variable con dos retardos.<sup>96</sup>

$J_{OR}$ : Mano de obra necesaria para la producción, jornales generados.

$I_{US}$ : Índice de el uso de la superficie física de riego o del uso del suelo, es el resultado de dividir la superficie física regada entre la superficie cosechada en el año t, adimensional.

Linealizada, la relación empírica toma la forma:

$$\begin{aligned} \ln(Y) = & 0.5947 + 0.0895 * \ln(W_D) + 0.0330 * \ln(W_{D-1}) + 0.1050 * \ln(W_{D-2}) + 0.0191 * \ln(W_{D-3}) + \\ & 0.4877 * \ln(I_{US}) + 0.1185 * \ln(J_{OR}) + 0.00374 * \ln(K_{MT-2}) \end{aligned} \quad ^{97}$$

---

<sup>96</sup> La inversión se encuentra deflactada o inflactada, según corresponda, a Precios Constantes 2010.

### 6.1.6. Análisis de resultados de la relación empírica formulada.

La forma linealizada del modelo tipo Cobb-Douglas, permite que los parámetros  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_7$  pueden interpretarse como elasticidades.

Término	Parámetro ( $\beta$ )
$W_D$	0.0895
$W_{D1}$	0.0330
$W_{D2}$	0.1050
$W_{D3}$	0.0191
$\sum W_{D+j}$	0.1571
$J_{OR}$	0.1185
$I_{US}$	0.4877
$K_{MT2}$	0.00374
Total	0.85654

La suma de los parámetros  $\beta$ , sin considerar al intercepto, es menor a uno (0.8565) por lo que se dice que la relación empírica arroja rendimientos a escalas decrecientes para el caso particular del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”.

#### Inversión ( $K_{MT}$ )

La relación entre la inversión en rehabilitación, modernización y/o tecnificación ( $K_{MT}$ ) y la producción por unidad de superficie cosechada (Rendimiento,  $Y$ ) es marginal; cuando la inversión se incrementa en una unidad, el incremento en el rendimiento atribuible a la misma lo hará en 0.4% si los demás factores en la relación permanecen constantes.

Es decir, bajo las condiciones actuales, en el entorno global, si bien contribuye al mejor manejo del recurso agua en la parcela como ha si lo han manifestado los señores productores no contribuye al incremento en el rendimiento por lo que al contrastarse con la hipótesis de la investigación se tiene que decir que ésta no se cumple.

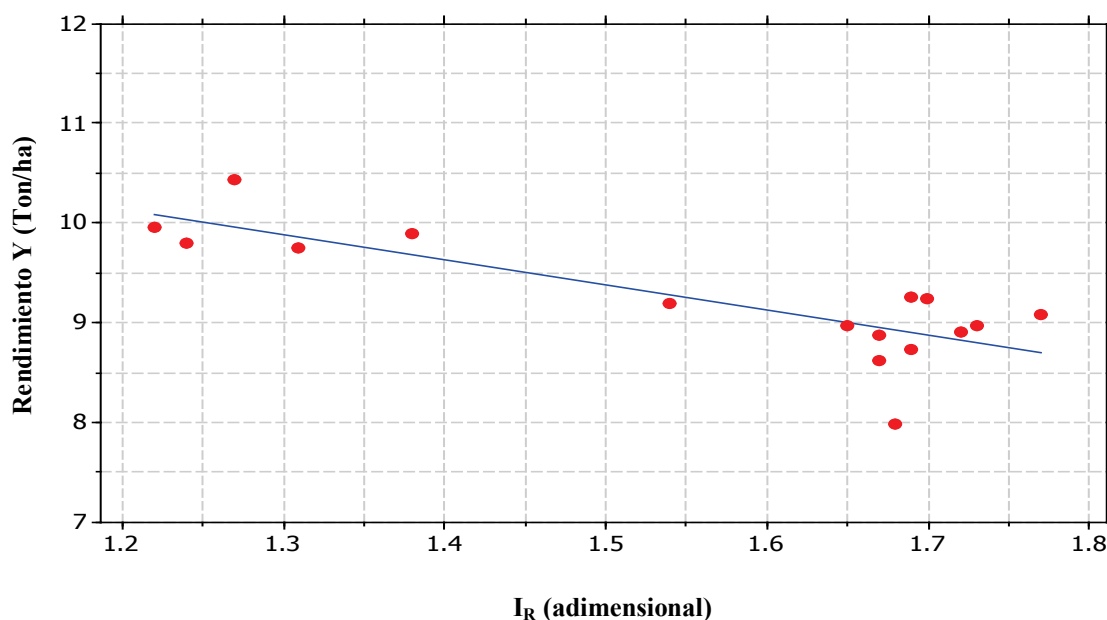
---

<sup>97</sup> La linealización se lleva a cabo afectando con logaritmos naturales (Ln) ambos lados de la expresión.

### Intensidad de uso de la tierra ( $I_R$ )

El coeficiente del índice del uso del suelo ( $I_{US}$ ) indica que la relación entre la intensidad en el uso de la tierra ( $I_R$ ) y la producción por unidad de superficie cosechada (Rendimiento,  $Y$ ) es muy importante y en sentido inverso (Ver **Figura 6.4**),

De la relación empírica formulada se tiene que el incremento en intensidad en el uso de la tierra decrementa el rendimiento en un 49% si los demás factores permanecen constantes.



**Figura 6.4. Rendimiento ( $Y$ ) vs Intensidad de uso de la tierra ( $I_R$ )<sup>98</sup>  
Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

Este resultado es muy importante y asume una fuerte problemática al interior del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” en el manejo del plan de cultivos y de riegos.

---

<sup>98</sup> Fuente:

Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011.

El índice compuesto denominado rendimiento promedio del Distrito de Riego 011 para un año dado, considera en su elaboración la producción y la superficie cosechada de la totalidad de los cultivos que el informe de estadísticas agrícolas muestra que fueron sembrados en el año agrícola de interés.

La causa no parece provenir del agotamiento de la fertilidad de la tierra, si bien no se cuenta con elementos para afirmarlo o contradecirlo, pues es una zona con alta promoción a la siembra directa, aunque trabajos realizados por otros investigadores<sup>99</sup> muestran la preocupación por el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas en el área y la falta de monitoreo y control de la contaminación difusa que pudiera generarse por estas causas.

#### Volumen de agua distribuido ( $W_D$ )

La relación entre el volumen distribuido de agua ( $W_D$ ) y la producción por unidad de superficie cosechada (Rendimiento  $Y$ ) es muy importante, y el impacto no ocurre de manera completa en el corto plazo. En este sentido, un cambio unitario en el volumen distribuido afecta, en el corto plazo, al rendimiento en aproximadamente un 9% si los demás factores permanecen constantes, pero el efecto conjunto que tiene en el cuarto año es de aproximadamente el 25 %.

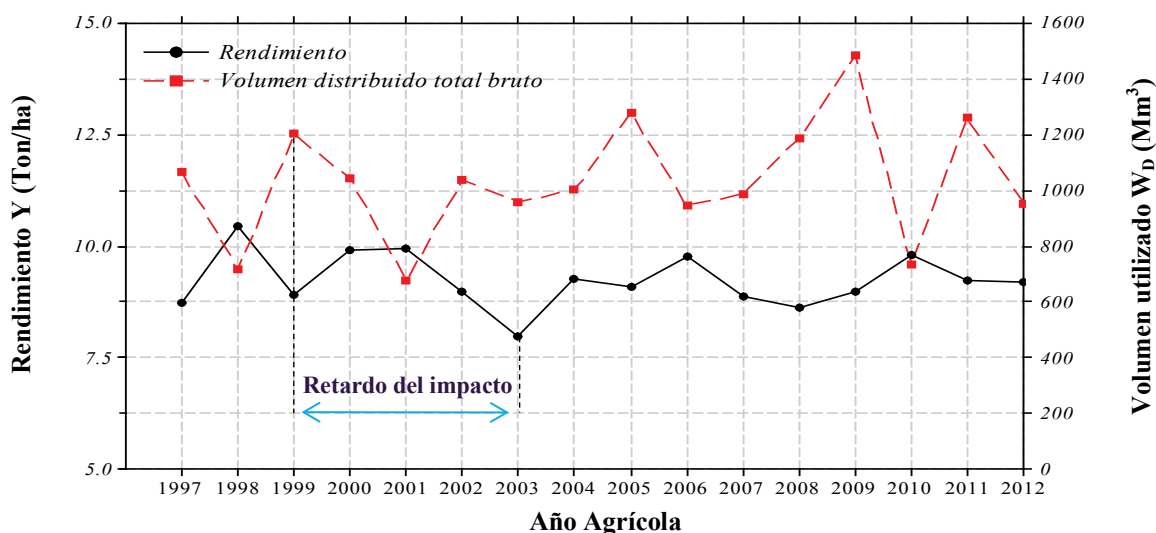
Al plantear el modelo, una de las hipótesis en su construcción fue que una baja disponibilidad hídrica, que se mantenga por más de un año agrícola, tiene efectos sobre la producción que pueden extenderse hasta cuatro o cinco años después de que se dé este evento.

El modelo elaborado asume que una menor disponibilidad hídrica de dos o más años consecutivos repercute en el Rendimiento ( $Y$ ) de los años subsecuentes. En la **Figura 6.5** se observa este hecho, el cual ha sido propiciado, en parte, por el excesivo uso intensivo de la tierra ( $I_R$ ) sin un plan agrícola-de riegos verdaderamente estructurado.

---

<sup>99</sup> Pérez E., R. H. y Aguilar I., A. 2012 Agricultura y Contaminación del Agua.  
Pérez E., R. at al. 2011. Contaminación agrícola y costos en el Distrito de Riego 011, Guanajuato.

El efecto se ha mitigado con la conjunción de diversos factores, entre los que se encuentran las mejoras en las condiciones de las parcelas, incluyendo la propia tecnificación, y la extracción de agua del subsuelo por encima de los límites de las concesiones.



**Figura 6.5. Rendimiento (Y) vs volumen bruto total distribuido (W<sub>D</sub>)<sup>100</sup>**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

La diferenciación de los efectos a corto plazo con respecto al largo plazo es importante. En efecto, los efectos de modificaciones en las variables relevantes no se producen instantáneamente, sino que requieren un período de tiempo para desarrollarse. Así, por ejemplo, un cambio en la disponibilidad del agua tiene inicialmente un efecto relativamente reducido sobre el Rendimiento (Y) y por tanto en la producción (Q); en la medida en que ese cambio—que inicialmente puede aparecer como transitorio— se mantenga más de un período, se inicia un proceso de afectación en los rendimientos que llega a extenderse hasta cuatro períodos después de que se detectase por primera vez ( $\sum_{t=1}^3 \beta_t$ ). El efecto final, sobre Rendimiento (Y) y Producción (Q), es lo que cuantifica la elasticidad de largo plazo.

<sup>100</sup> Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011.  
 La productividad obtenida toma como referencia la producción total, en toneladas, del Distrito de Riego.

## 6.2. Productividad media.

En el presente caso, esta relación se puede expresar en Toneladas/unidad de la variable  $X_i$ , y se define como el producto correspondiente a cada unidad del factor variable  $X_i$ , obtenida mediante la expresión:

$$P_{Me}X_i = \frac{PTF}{X_i} = \frac{Q}{X_i}, \text{ donde } Q = \text{producción anual del D.R. 011 en toneladas}$$

En el **Cuadro 6.1** se muestran las productividades medias anuales y promedio del periodo analizado para cada uno de los factores que componen la función de producción estudiada.

**Cuadro 6.1. Productividad media de los factores que integran el modelo<sup>100</sup>**  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

Año Agrícola	PmeW <sub>D</sub> (Ton/Mm <sup>3</sup> )	PmeJ <sub>OR</sub> (Ton/MmJ)
1996-1997	1,287.74	532,978.01
1997-1998	1,808.64	505,842.42
1998-1999	1,225.48	454,230.32
1999-2000	1,354.86	406,429.18
2000-2001	1,797.40	443,176.11
2001-2002	1,400.27	498,795.62
2002-2003	1,343.93	481,372.34
2003-2004	1,540.46	531,568.40
2004-2005	1,232.00	601,949.68
2005-2006	1,310.56	542,140.06
2006-2007	1,457.79	558,657.39
2007-2008	1,254.03	553,527.20
2008-2009	1,079.42	602,159.93
2009-2010	1,693.25	551,053.75
2010-2011	1,203.21	595,526.21
2011-2012	1,423.98	610,246.64
Media	1,400.81	529,353.33

<sup>100</sup> Fuente:

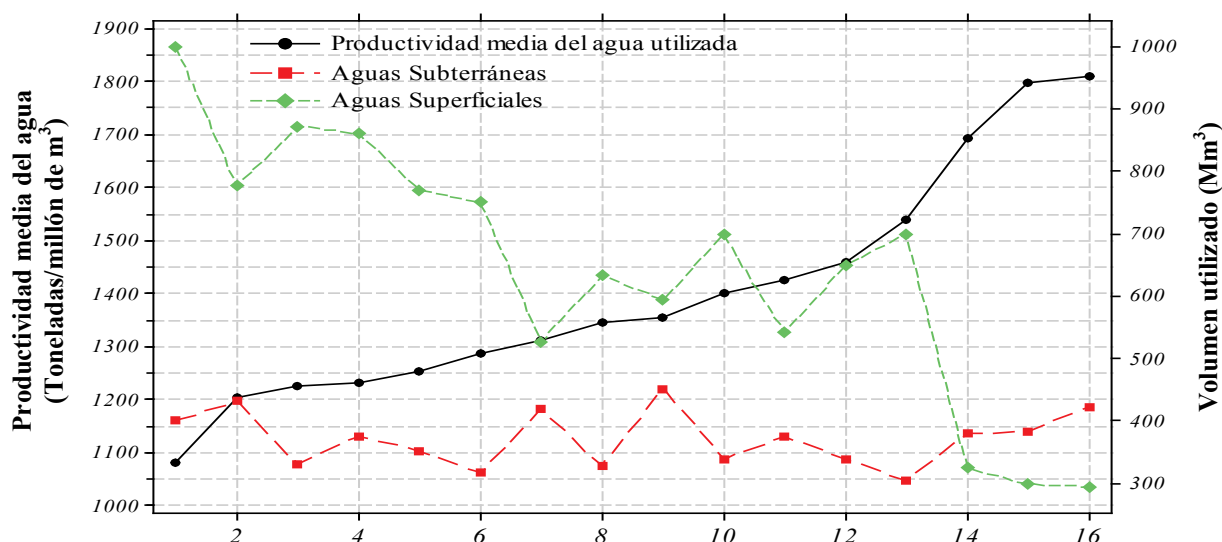
Elaboración propia.

La inversión se encuentra deflactada o inflactada, según corresponda, a Precios Constantes 2010.

Mm\$= millón de pesos de 2010; Mm<sup>3</sup>= millón de metros cúbicos; MmJ= millón de jornales

Del análisis del **Cuadro 6.2.** no se puede desprender una relación directa en incremento de la productividad media del agua y tampoco una afectación en la productividad media de los jornales conforme se ha ido tecnificando la parcela del Distrito de Riego 011.

El hecho de que no se refleje la tecnificación en incremento en el rendimiento promedio anual de los cultivos y en la productividad del agua obedece a que en épocas de mayor disponibilidad del agua se tiende a relajar la disciplina en la distribución del agua; de igual forma afecta que en épocas de mayor disponibilidad de agua superficial se tiende a sembrar una mayor superficie de cultivos con menor rendimiento y menor rentabilidad. En la **Figura 6.5** se puede observar que a una mayor productividad del agua ha correspondido un menor volumen disponible de agua superficial.



**Figura 6.6. Productividad media del agua y volumen utilizado por fuente<sup>101</sup>**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

<sup>101</sup> Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011.  
 La productividad obtenida toma como referencia la producción total, en toneladas, del Distrito de Riego.



### 6.3. Productividad marginal.

Definida como el cambio en el producto total al modificar en una unidad el empleo de uno de los factores productivos manteniendo constante la cantidad utilizada de los otros factores productivos.

La productividad marginal de la inversión se representa por medio de la derivada parcial de rendimiento (Y) con respecto al factor  $K_{MT-2}$  y se expresa en toneladas por hectárea de superficie cosechada por millón de pesos de 2010 invertido dos años antes.

$$\frac{\delta Y}{\delta K_{MT2}} = 0.00374 * \frac{1.8125 * W_D^{0.0895} * W_{D-1}^{0.0330} * W_{D-2}^{0.1050} * W_{D-3}^{0.0191} * J_{OR}^{0.1185} * I_{US}^{0.4877}}{K_{MT-2}^{0.99626}}$$

La productividad marginal de la mano de obra se representa por medio de la derivada parcial de rendimiento (Y) con respecto al factor  $J_{OR}$  y se expresa en toneladas por hectárea de superficie cosechada por millón de jornales.

$$\frac{\delta Y}{\delta J_{OR}} = 0.11850 * \frac{1.8125 * W_D^{0.0895} * W_{D-1}^{0.0330} * W_{D-2}^{0.1050} * W_{D-3}^{0.0191} * K_{MT-2}^{0.00374} * I_{US}^{0.4877}}{J_{OR}^{0.8815}}$$

La productividad marginal del agua se representa por medio de la derivada parcial de rendimiento (Y) con respecto al factor  $W_D$  y se expresa en toneladas por hectárea de superficie cosechada por millón de metros cúbicos utilizado.

$$\frac{\delta Y}{\delta W_D} = 0.08950 * \frac{1.8125 * W_{D-1}^{0.0330} * W_{D-2}^{0.1050} * W_{D-3}^{0.0191} * J_{OR}^{0.1185} * K_{MT-2}^{0.00374} * I_{US}^{0.4877}}{W_D^{0.9105}}$$

En el **Cuadro 6.2** se muestran las productividades marginales medias anuales y la promedio del periodo analizado para cada factor integrante de la función de producción estudiada.

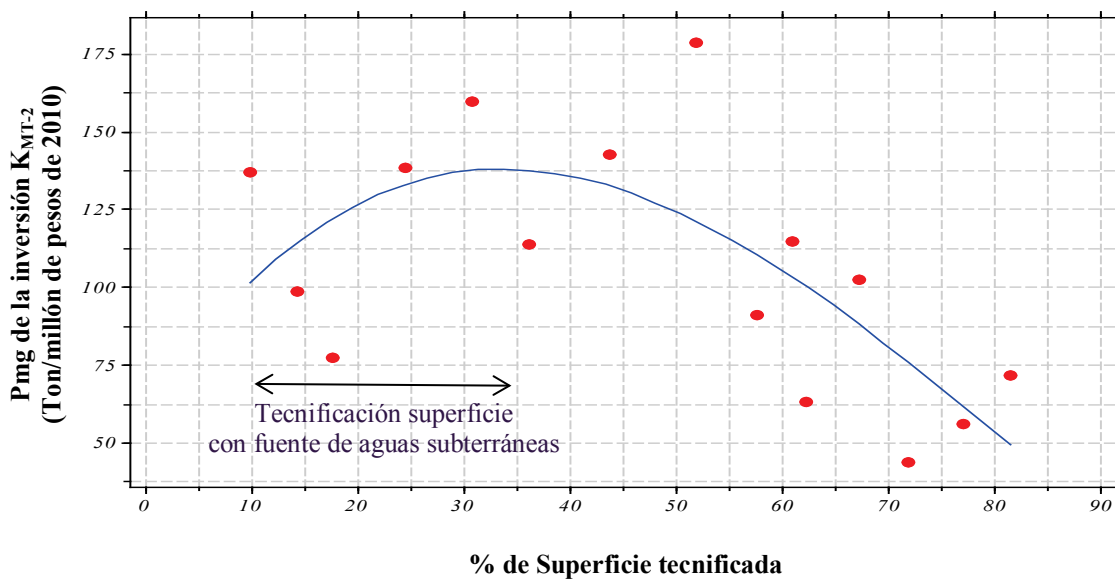
**Cuadro 6.2. Productividad marginal de los factores que integran el modelo**<sup>102</sup>  
**Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

Año Agrícola (Ton/ha)	PmgK <sub>MT2</sub> (Ton/ha-Mm\$)	PmgW <sub>D</sub> (Ton/ha-Mm3)	PmgJ <sub>OR</sub> (Ton/ha-MmJ)	PmgK <sub>MT2</sub> *SC (Ton/Mm\$)	PmeW <sub>D</sub> *SC (Ton/Mm3)	PmeJ <sub>OR</sub> *SC (Ton/MmJ)
1996-1997		0.000812	0.342364		127.48	53,758.48
1997-1998	0.001100	0.001428	0.407047	137.10	177.94	50,709.16
1998-1999	0.000597	0.000768	0.289903	98.93	127.22	48,045.23
1999-2000	0.000545	0.000953	0.291298	77.73	135.87	41,527.74
2000-2001	0.001134	0.001526	0.383469	138.53	186.49	46,851.47
2001-2002	0.000988	0.000880	0.319529	159.72	142.37	51,674.17
2002-2003	0.000701	0.000895	0.326691	113.70	145.09	52,951.14
2003-2004	0.000859	0.000899	0.316038	142.97	149.61	52,601.71
2004-2005	0.001028	0.000695	0.345884	178.63	120.78	60,128.98
2005-2006	0.000720	0.001060	0.446936	91.37	134.62	56,742.34
2006-2007	0.000709	0.000929	0.362785	115.02	150.66	58,827.21
2007-2008	0.000369	0.000770	0.346286	63.51	132.47	59,580.06
2008-2009	0.000575	0.000623	0.353984	102.52	110.97	63,076.02
2009-2010	0.000349	0.001406	0.466103	44.03	177.28	58,786.14
2010-2011	0.000344	0.000748	0.377142	56.39	122.43	61,744.69
2011-2012	0.000488	0.000941	0.410964	71.88	138.69	60,558.07
Promedio	0.000700	0.000958	0.361651	106.13	142.50	54,847.66

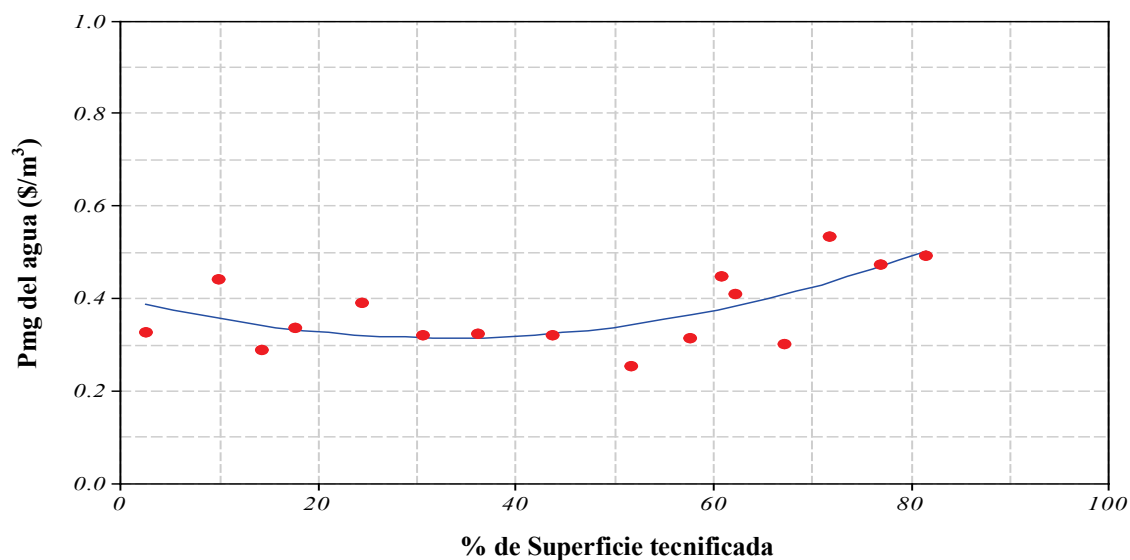
En la **Figura 6.7** se observa que si bien, en los primeros años de tecnificación, que coincide con la tecnificación de las parcelas cuya fuente es el agua subterránea, esta tendencia no ha continuado y se ha revertido con la tecnificación –a nivel multicompuertas- de la superficie cuya fuente es el agua superficial. La explicación tiene que ver con el manejo del agua y los cultivos que se establecen en esas superficies. En los cultivos cuya fuente es el agua subterránea el productor ha sido mas selectivo al escoger aquellos que le ofrecen mas rendimiento y rentabilidad. En el agua superficial, además de que no existe la discriminación anterior también se tiene que a mayor volumen disponible se da un menor control en el manejo operativo.

<sup>102</sup> Fuente: .  
 Elaboración propia.

La inversión se encuentra deflactada o inflactada, según corresponda, a Precios Constantes 2010.



**Figura 6.7. Productividad marginal de la inversión vs % superficie tecnificada <sup>104</sup>**  
**Periodo 1996-1997 a 2011-2012**



**Figura 6.8. Productividad marginal del agua vs % superficie tecnificada <sup>105</sup>**

<sup>104</sup> Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011  
 Las inversiones están a valores constantes 2010  
 La productividad obtenida toma como referencia la producción total, en toneladas, del Distrito de Riego.

<sup>105</sup> Fuente:  
 Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011  
 Las inversiones están a valores constantes 2010

Periodo 1996-1997 a 2011-2012

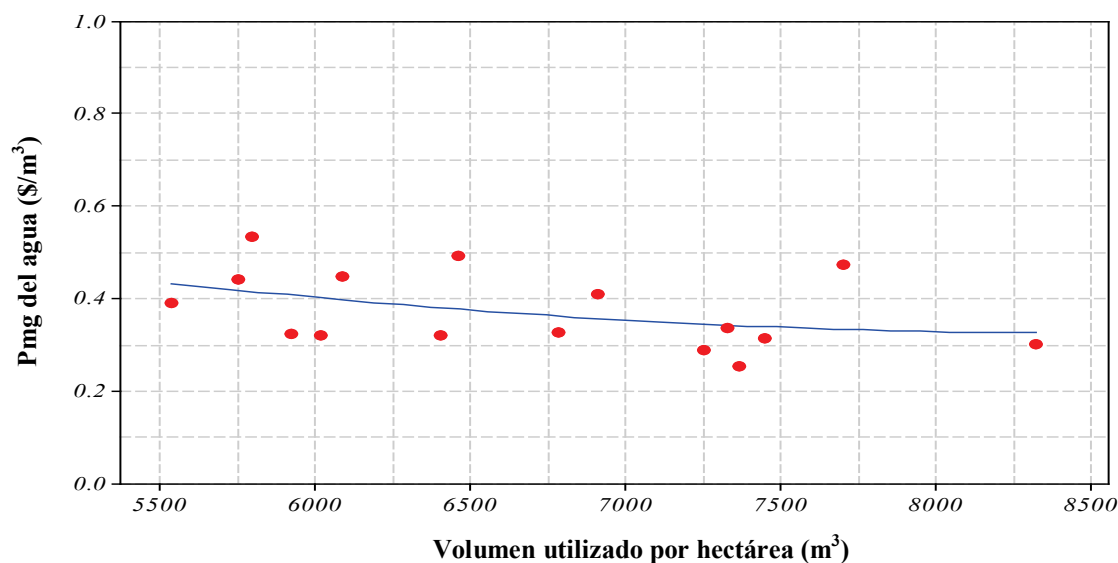


Figura 6.9. Productividad marginal del agua vs volumen utilizado por hectárea <sup>105</sup>  
Periodo 1996-1997 a 2011-2012

Como ya se ha comentado, si bien es cierto que la inversión en modernización o tecnificación sólo se ve reflejada con un impacto marginal en el rendimiento (Y) del Distrito de Riego, ésta ha permitido obtener una mayor productividad marginal del agua. Como se observa en la curva de tendencia que se ha trazado en la **Figura 6.8**, la productividad marginal del agua, a partir de que la tecnificación alcanzó un 30% de la superficie regada, tiende a incrementarse conforme lo hace la tecnificación de la superficie. En la práctica esto no ha podido ser reflejado en incrementos sustantivos del rendimiento (Y) por que no se ha contado con un manejo oportuno y efectivo del agua cuando se ha dispuesto de volúmenes de ésta, en cantidades tales que el usuario y el operador del Distrito de Riego asumen, que no requieren de un control mas estricto.

---

<sup>105</sup> Fuente:  
Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Jefatura del Distrito de Riego 011  
Las inversiones están a valores constantes 2010

En la **Figura 6.9** se tiene la comparación de la productividad marginal del agua por volumen extraído por hectárea, en la gráfica se trazó una línea con una tendencia potencial (cuadrática) que relaciona estas dos variables, con lo cual se obtiene una idea de la productividad conforme al volumen utilizado y el manejo del agua que se ha tenido hasta ahora.

Se observa que la productividad marginal del agua decrece (al ser medida en precios de 2010) conforme se utiliza un volumen superior a los 5,500 m<sup>3</sup> por hectárea, pasando de \$ 0.45/m<sup>3</sup> a \$0.30/m<sup>3</sup> para un volumen algo menor a 8,500 m<sup>3</sup>/ha. Para un volumen de 987.8 Mm<sup>3</sup> (682.8 Mm<sup>3</sup> de aguas superficiales y 305 Mm<sup>3</sup> de aguas subterráneas), el valor de la productividad marginal del agua en el periodo analizado es de \$0.45/m<sup>3</sup>. Por otra parte, si el volumen considerado es de 1,482.44 Mm<sup>3</sup> (volumen utilizado en 2008-2009), la productividad marginal será de \$0.30/m<sup>3</sup>.

Esto se explica fácilmente, ya que el valor generado por cada millón de metros cúbicos adicional al volumen máximo recomendado para la extracción anual, es menor que el beneficio que genera un volumen similar, cuando se extrae menos que el recomendado.

En efecto, este beneficio adicional generado por el volumen extraído al margen es lo que se denomina la productividad marginal del agua. En el caso de estudio este valor es decreciente, conforme se utiliza una mayor cantidad de agua.

#### 6.4. Relación del volumen extraído, aguas de gravedad y del subsuelo.

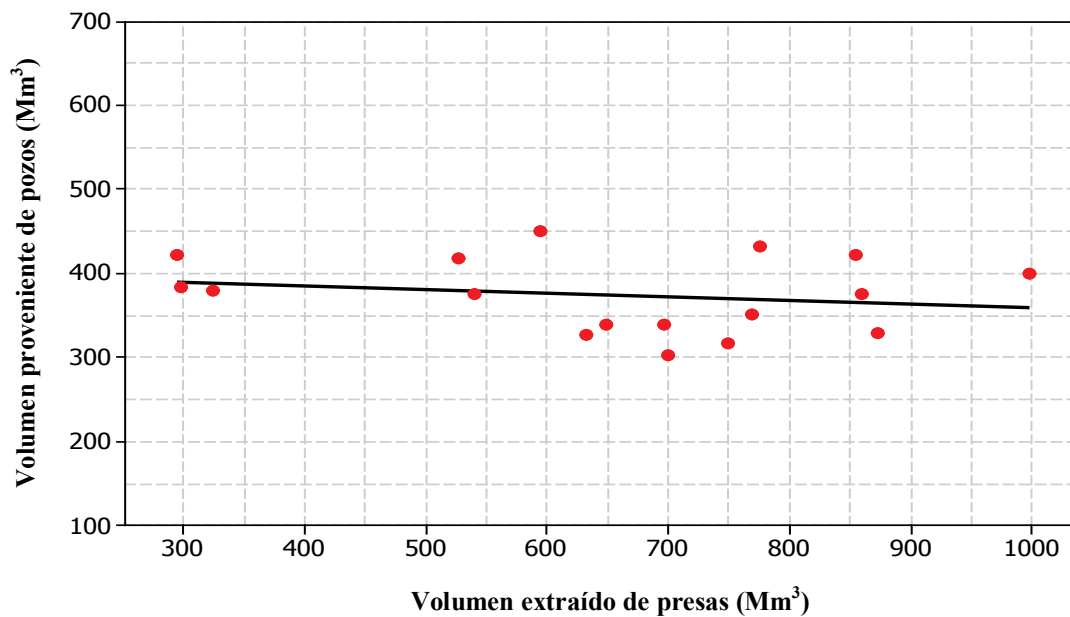
Al analizar la relación entre los volúmenes de agua extraídos en presas y pozos del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” se ha encontrado una relación inversa entre ambas variables, la cual se muestra en la **Figura 6.10** y se puede representar de la siguiente forma:

$$W_B = 401.4 - .04095 W_S$$

Dónde:

$W_B$  = volumen bombeado de los pozos,  $Mm^3$ ;

$W_S$  = volumen extraído de las presas,  $Mm^3$ .



**Figura 6.10. Relación aguas superficiales vs aguas subterráneas  
Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

De la pendiente de esta función se deduce que por cada millón de metros cúbicos de agua que no se extraen de las presas, se saca del subsuelo un volumen extra de  $40,950 m^3$ .

## 6.5. Relación volumen de agua disponible para riego y jornales generados.<sup>106</sup>

La relación entre volúmenes de aguas superficiales y subterráneas con los jornales generados puede expresarse de la siguiente manera:

$$J_{OR} = e^{16.4637} W_S^{0.206283} W_B^{-0.514589}$$

Dónde:

$J_{OR}$  es el número de jornales generados, en millones de jornales,

$W_S$  es el volumen extraído de las presas, en  $Mm^3$ , y

$W_B$  es el volumen extraído de los acuíferos, en  $Mm^3$ .

Tomando logaritmos para cada lado de la ecuación se tiene:

$$\ln(J_{OR}) = 16.4637 + 0.206283 \cdot \ln(W_S) - 0.514589 \cdot \ln(W_B)$$

La derivada de la expresión anterior en relación al agua superficial o bien, al agua subterránea representará la variación de los jornales generados en función de dicho volumen.

$$\frac{\partial \ln(J_{OR})}{\partial \ln(W_S)} = Pmg_{\ln(W_S)} = 0.206283$$

$$\frac{\partial \ln(J_{OR})}{\partial \ln(W_B)} = Pmg_{\ln(W_B)} = -0.514589$$

Es decir, hay un incremento del 0.2% en los jornales por un incremento del 1% del volumen extraído de las presas y un decremento de .51% en los jornales por un incremento del 1% en el volumen extraído del acuífero.

---

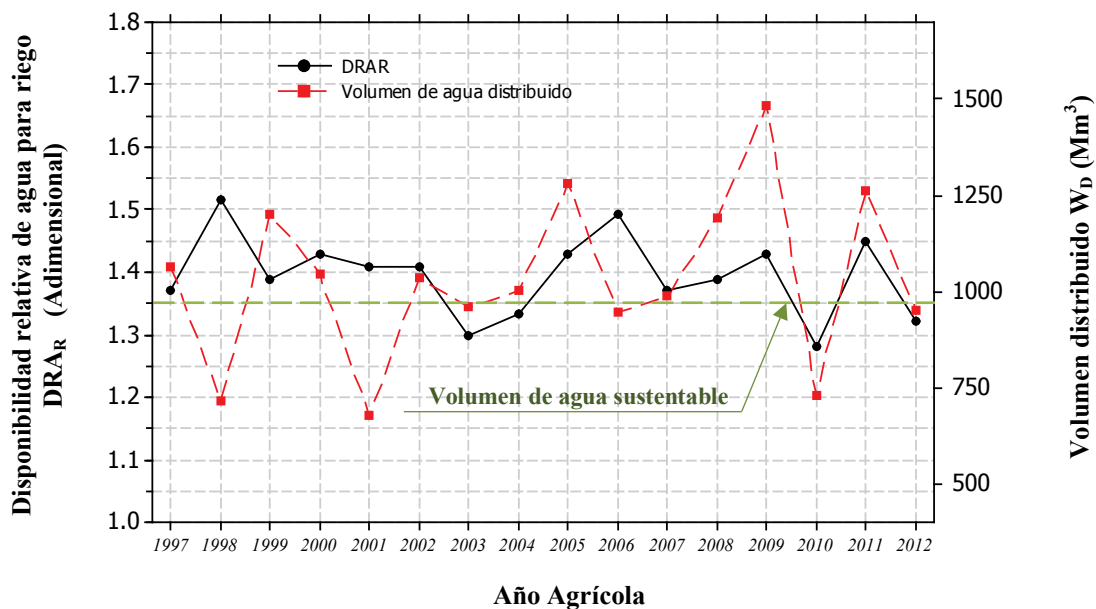
<sup>106</sup> Nota.-

Los resultados del análisis estadístico de la expresión aquí mostrada pueden consultarse en el **Anexo 4**, en el apartado de regresiones auxiliares.

## 6.6. Análisis de la disponibilidad relativa del agua ( $DRA_R$ )

Definida como la relación entre el suministro y la demanda de agua requerida por los cultivos, la disponibilidad relativa del agua ( $DRA_R$ ) se basa en la relación inherente entre el suministro del agua disponible para riego y el esfuerzo aplicado en su manejo (Small et al, 1992).

En la **Figura 6.11** se puede apreciar que en el periodo 1997 a 2002, lapso en el que se presentaron fuertes altibajos en la disponibilidad de agua de presas, el manejo del agua fue el adecuado; sin embargo, se observa un cierto relajamiento en la disciplina operativa del distrito a partir del año 2003 donde la disponibilidad va de la mano del volumen disponible.



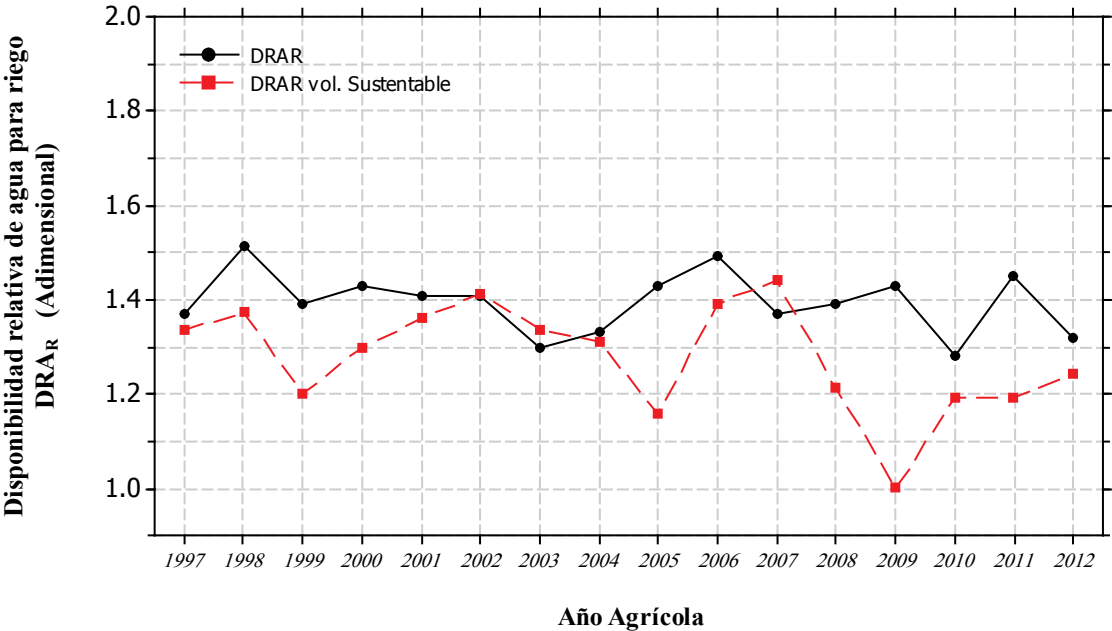
**Figura 6.11. Disponibilidad relativa del agua ( $DRA_R$ ) vs volumen distribuido ( $W_d$ )  
Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

El esfuerzo de manejo, de acuerdo con los índices de Small, fluctúa en este caso entre 2 y 3 en una escala del 0 al 12; es decir, el Distrito de Riego 011 ha contado con la disponibilidad de agua suficiente para efectuar un manejo adecuado del agua requerida por el plan de cultivos establecido.



Ahora bien, de acuerdo con los registros históricos existentes, en varios de los años de la figura anterior el volumen utilizado fue superior al volumen sustentable y/o concesionado. Considerando el mismo plan de cultivos y de riegos, de haberse limitado el volumen al sustentable en las aguas superficiales y a la concesión de pozos particulares en las aguas subterráneas, la disponibilidad relativa del agua hubiese quedado como se muestra en la

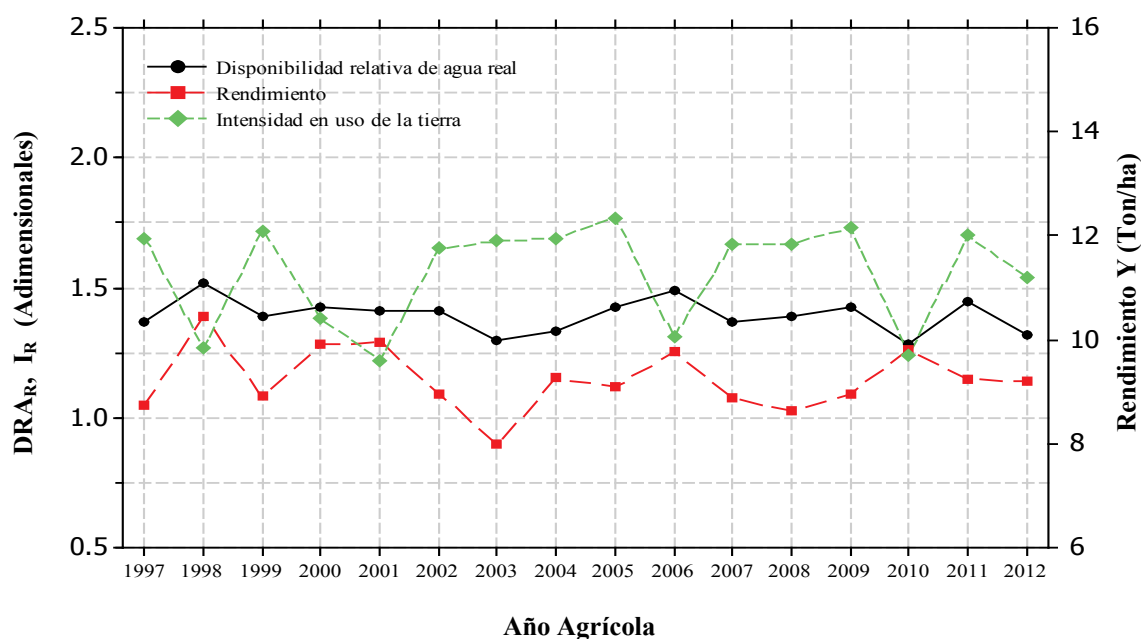
**Figura 6.12.**



**Figura 6.12. Comportamiento de la DRAR  
Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

Como se puede observar, el esfuerzo de manejo requerido, conforme a los índices de Small, hubiese sido mucho mayor (entre 3 y 7), poniendo en riesgo el resultado de las cosechas, especialmente en el año 2009-2010, lo que muestra una falta de seguimiento en la planeación agrícola y de riegos al interior del Distrito de Riego 011 y permisibilidad de utilizar mayores volúmenes a los establecidos como límites en las concesiones y otros diversos documentos.

Lo citado en el párrafo anterior se confirma al analizar la Figura 6.14, en donde se puede observar que el rendimiento es totalmente dependiente de la disponibilidad relativa del agua ( $DRA_R$ ) obteniéndose los mejores rendimientos cuando ésta alcanza valores cercanos a 1.5; de igual forma en la gráfica se observa como el rendimiento ha sido mucho menor en los casos en que se ha intensificado el uso del suelo.



**Figura 6.13. Disponibilidad Relativa del Agua ( $DRA_R$ ), Rendimiento de los cultivos (Y), Intensidad en el uso de la tierra ( $I_R$ )  
Periodo 1996-1997 a 2011-2012**

## **VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

A partir de los resultados encontrados y los análisis realizados, se establecen las conclusiones y recomendaciones siguientes:

### **7.1. Conclusiones.**

Del presente análisis es posible concluir:

- La metodología utilizada en la presente investigación puede ser considerada como una herramienta para la toma de decisiones y el establecimiento de políticas públicas en la materia. El análisis de las variables permitió poner de manifiesto tendencias que han tenido lugar en la modernización de la agricultura mexicana en las últimas dos décadas.
- El uso de modelos con menor nivel de agregación no consiguió generar modelos más precisos, sin embargo, si disminuye la multicolinealidad medida a través del índice de condición, generando coeficientes más estables; si el interés de la estimación es de tipo estructural, contar con el máximo número de factores posibles, permite extraer una mayor cantidad de información respecto del problema en estudio. De cualquier forma, bajo el principio de parsimonia se ha escogido aquel modelo que tenga un adecuado grado de precisión, el menor número de variables y coeficientes estables.
- La técnica empleada permite un análisis de la dinámica de los impactos que se concreta, por ejemplo, en la obtención de elasticidades de corto plazo y de largo plazo, y el análisis del impacto en la producción agrícola por hectárea cosechada de la inversión y la disponibilidad hídrica.

- La estimación de estas relaciones agregadas permite ayudar a predecir los efectos de cambios futuros, en la medida en que permanezcan los comportamientos institucionales en la gestión del agua y las mismas posibilidades técnicas de sustitución entre cultivos.
- Así como no es posible visualizar un programa de acciones para la rehabilitación y modernización como algo aislado, tampoco se puede pensar que el incremento en la productividad del agua o de la tierra, de la producción y de los rendimientos de los cultivos obedece al éxito o fracaso de un Programa en particular sin considerar el entorno.
- El presente trabajo se enfoca a los aspectos técnicos del desempeño general del distrito de riego; para lograr un análisis exhaustivo sobre el uso del agua y sus relaciones, se requiere que las investigaciones incluyan los aspectos sociales, económicos y legales.
- Menores inversiones en la conservación y el mantenimiento de las obras de los distritos de riego, incrementan las necesidades de conservación diferida. Lo cual deriva en menor eficiencia y menor productividad del agua, además de tener que invertir recursos en rehabilitaciones que pudieran, de otra manera, destinarse a tecnificación.
- Las inversiones en Rehabilitación y Modernización han compensado, de manera parcial, la carencia de una conservación oportuna, pero no reflejan un incremento sustantivo en las eficiencias de conducción, ni se observa una tendencia en ese sentido.

- Los resultados de la evaluación permiten observar avances en el manejo del agua, en especial al interior de las parcelas; sin embargo, el conjunto de inversiones no refleja un ahorro volumétrico real, no se ve aún un verdadero ahorro del agua.
  
- La media histórica de segundos cultivos se ha incrementado a 55,019 ha/año, sin duda muy superior a la media que se tenía antes de la Transferencia (aproximadamente 30,000 ha/año); lo anterior, es a costa de reducir la superficie sembrada en el ciclo P-V normal y buscar aprovechar las lluvias de verano para reducir las necesidades de riego.
  
- El valor de la productividad marginal del agua tiende a aumentar cuando el agua es más escasa, ya que se utiliza para regar sólo los cultivos más rentables, por lo que el incremento en beneficio por unidad de agua adquiere un valor mayor. Si se suministra una cantidad mayor que la necesaria, tendrán una eficiencia más baja en la utilización del agua, especialmente cuando no hay oportunidades de "ahorrar" agua para otros momentos. Por consiguiente, la eficiencia determinada después del hecho es una función de la disponibilidad en relación con la necesidad, y no es una variable independiente.
  
- La información histórica sobre la extracción de agua subterránea en Guanajuato es difícil de conseguir y en algunos casos, los estimados realizados son contradictorios y no presentan series históricas, no siendo posible mostrar el ritmo del descenso en los niveles estáticos de los acuíferos. De cualquier forma, la información disponible, aunque limitada muestra tendencias críticas en el abatimiento, extracción y recarga, las cuales empeoran con el paso del tiempo.

- Como se puede observar del estudio de caso, la mejor eficiencia en los sistemas parcelarios no ha repercutido en una menor extracción de las aguas y sin embargo, si puede coadyuvar a reducir la recarga inducida con el consiguiente impacto en los estratos que conforman la matriz acuífera, en el ecosistema y en la producción futura.
- Los resultados sobre la elasticidad a largo plazo de la producción respecto a la disponibilidad hídrica y la importancia en el rendimiento productivo que tienen las aguas subterráneas es una alerta sobre el impacto que tendría un mayor abatimiento de los acuíferos en la producción y en el aspecto social de la región, además del impacto ambiental inminente.
- En lo que se refiere al manejo de las presas, cuya tendencia es la utilización de la máxima cantidad de agua posible, éste tiene un considerable costo, ya que el valor producido por el agua extraída en volúmenes mayores que la disponibilidad media, es menor, comparado con el valor que podría generar, si ese volumen se guardara para épocas de escasez.
- Aunque uno de los objetivos de los programas de apoyo para la rehabilitación, modernización y tecnificación es mejorar la eficiencia en el uso del agua, éstos se han enfocado a realizar obras de infraestructura o nivelar tierras, pero no ha habido acciones encaminadas a promover la entrega de agua oportuna y suficiente (manejo de estanques de regulación) o la dotación volumétrica.

- Históricamente los programas de apoyo, desde el Proyecto Integrado de Desarrollo Rural (PIDER), creado en 1972, a los actuales, han sido excelentes intenciones de contribuir a mejorar las condiciones de vida del sector rural y un aprovechamiento más sustentable del recurso hídrico; sin embargo, paradójicamente han coadyuvado a mayores extracciones sin valorar el agua y sin el cuidado y la protección del medio ambiente.
- La rigidez en la asignación de los recursos hídricos y en la valoración del agua puede dar lugar a que amplios sectores de riegos tradicionales poco productivos reciban y utilicen un caudal hídrico relativamente constante, mientras que una parte importante de las explotaciones más productivas actúen como receptoras marginales de los vaivenes de recursos.
- En la medida en que física, económica y legalmente se comercia y transporta agua de un módulo a otro, las oscilaciones de recursos son sufridas por las explotaciones marginales (menos productivas); en consecuencia, las fluctuaciones de la producción tienden a ser menores que las de los recursos (es decir, la elasticidad que relaciona estas variables se situaría por debajo de la unidad, poniéndose de manifiesto una situación de rendimientos decrecientes).
- Si prevalece esta situación, las fluctuaciones de la producción pueden resultar tan importantes o más que las de los recursos hídricos (elasticidad próxima o incluso superior a la unidad).

- La utilización combinada de modelos econométricos, a partir de funciones de producción con un menor nivel de agregación, y de un sistema de información geográfica que cuente con información precisa, permitirá la elaboración de estimaciones más precisos sobre el impacto de las inversiones y de la planeación en el manejo del agua, lo que se reflejará en diagnósticos más asertivos sobre cuáles son las acciones que se requieren realizar para mejorar la producción y llegar a establecer una agricultura sustentable.
- El acceso a los avances tecnológicos e informáticos que la actualidad ofrece, podría constituirse como una herramienta para acompañar, potenciar y enriquecer los procesos de análisis y gestión para la toma de decisiones.



## **7.2. Recomendaciones.**

1. Las inversiones en tecnificación y en modernización deben ir de la mano con el objetivo que persiguen: contribuir al incremento de la producción con una utilización eficiente del agua, donde la eficiencia sea vista por el beneficiario como un uso mas efectivo de la combinación de factores de la producción y la conciencia en el ahorro del agua. Para ello, se necesita un cambio en las políticas de apoyo:

- Las nuevas inversiones, en los distritos de riego que ya han sido beneficiados, deben estar condicionadas a la aplicación, por parte de los propios usuarios, de recursos suficientes y bajo un plan estructurado para acabar con el rezago en conservación diferida y rehabilitación.
- El recurso público debe destinarse, en mayor proporción, al apoyo de los usuarios de los módulos y distritos que tienen condiciones de uso mas deficiente del agua y menor producción. El apoyo debe estar condicionado al cumplimiento de un programa para abatir el rezago en la conservación diferida y en la rehabilitación el que deberá realizarse, en un principio, con el apoyo de recursos públicos.
- En todos los casos, el usuario debe participar en la concepción de las acciones de modernización y tecnificación y éstas deben realizarse al parejo de la capacitación, tanto del usuario como del operario de módulos y del personal del distrito de riego en el manejo, operación y conservación de las mismas.

- Debe ser requisito que la ejecución del programa de conservación normal alcance el cumplimiento de, al menos, el 100% de las metas anuales consideradas en el diagnóstico de necesidades medias anuales de conservación normal.
2. Se requiere una planeación integral agrícola e hídrica. El análisis del presente trabajo confirma una mejor utilización del recurso hídrico cuando los beneficiarios han estado conscientes de una menor disponibilidad del mismo, ajustando el patrón de cultivos, obteniendo mayores rendimientos en los cultivos y realizando un aprovechamiento mas eficiente.
  3. Se requiere crear un índice de sustentabilidad que coadyuve a concientizar a los usuarios del impacto, económico, ambiental y social, en el corto y mediano plazo, de: el uso y abuso en el manejo del recurso hídrico; la conservación y rehabilitación no realizada; los apoyos para la modernización y/o tecnificación cuando son utilizados sólo con una orientación productivista; el uso excesivo de fertilizantes, plaguicidas y pesticidas.

Dentro de este índice se debe crear un indicador que refleje el impacto del manejo actual en cada tipo de cultivo, pues será un primer paso en el camino de la valoración correcta de los impactos y del valor del agua en si.

4. Esto debe ir de la mano con una política restrictiva efectiva sobre las extracciones de agua por encima de las concesiones.

5. Lo anterior implica que el mercado del agua, bajo las condiciones actuales, no está incentivando la eficiencia en su uso. Es necesario hacer los ajustes para desregular el precio del agua en el intercambio del recurso al nivel interno del Distrito, se eliminen las distorsiones en el mercado y se de una mayor valoración a la disponibilidad con que cuentan. El valor económico y financiero del agua debe reflejar los requerimientos para la mitigación del deterioro ambiental (abatimiento de mantos fráticos, fertilidad del suelo, contaminación de las aguas y de la tierra, etc.)

La regulación efectiva deberá facilitar la transferencia de recursos hídricos desde las plantaciones con el menor uso eficiente del agua hacia aquellas, incluidas en la planeación agrícola, que generen un mayor rendimiento por unidad consumida.

6. Se requiere una mayor atención a la recopilación de información estadística y permitir la disposición pública de la misma. Un análisis exhaustivo requiere contar con información sistemática relativa a:

- Costos de producción de los cultivos, calidad del agua de las fuentes al ingreso al Distrito de Riego y a la salida del mismo.
- La cuantificación de la conservación diferida acumulada por año.
- El historial, a nivel parcela, de cultivos establecidos, los rendimientos obtenidos, el método de siembra, la fertilidad de la tierra, los fertilizantes y plaguicidas utilizados y sus concentraciones, la cantidad de agua recibida y la oportunidad en su entrega, la fuente de aprovechamiento y la oportunidad del riego así como el nivel de tecnificación existente.

## **VIII. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.**

La principal limitación en la presente investigación es la disponibilidad de información, en específico, la relativa a costos de producción, cuantificación de la conservación diferida que se acumula año con año y las estadísticas agrícolas por fuente de aprovechamiento; así como cierta reticencia por parte de autoridades locales y asociaciones de usuarios a proporcionar información detallada sobre las inversiones realizadas, manifestando incluso desconocimiento de los datos.

Otra limitación que se ha encontrado es consecuencia de los cambios en la metodología empleada por las autoridades responsables al recabar los datos y realizar la agregación de los mismos. En las bases de datos consultadas, se encontró que para el mismo fenómeno los criterios de medición y los registros relacionados difieren de una administración a otra. Esta disparidad se debe a la falta de un marco metodológico unitario –o cambios en el mismo sin realizar los ajustes- para la medición, métodos de cálculo y presentación de informes. Por citar un ejemplo, en las eficiencias y láminas de riego.

Por último, la duplicidad evidente entre programas de apoyo y la falta de seguimiento al impacto de las obras y acciones realizadas con el recurso proveniente de los apoyos otorgados hace que se carezca de datos relativos al impacto específico de cada programa de apoyo, no pudiéndose diferenciar lo que es atribuible a uno u otro; es decir, solo se cuenta con datos globales. Esto limita la construcción del modelo, en el cual de otra forma, pueden intervenir variables que por ahora no pudieron ser contempladas, debiéndose realizar el análisis con estadísticas agregadas, tanto productivas, como hidrométricas y de las inversiones.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- Abernethy, C. L. 1986. Performance measurement in canal water management. Network paper 86/2d. ODI/ International Water Management Institute. Colombo, Sri Lanka.
- Abernethy, C. L. 1991. Indicator of the performance of irrigation water distribution systems. International Water Management Institute. Colombo, Sri Lanka.
- Alcalá A, F. y Sancho P., I. 2002. Agua y producción agrícola: un análisis econométrico del caso de Murcia. Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Murcia. Estudios Agrosociales y Pesqueros, No. 197 (pp. 129-157)
- Altieri S., M. A. 1994. Bases Agroecológicas para una producción agrícola sustentable. Agricultura Técnica (Chile) 54 (4): 371-386 (Octubre-Diciembre, 1994).
- Altieri S., M. A. y Nicholls, C. I. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1ª Edición. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México, D.F.
- Anido, D.; Quintero R., L.; Díaz, C., Z. M.; Grisolia, A.; Febres, C., M. A. y González E., Y. C. 1996. Análisis Empírico de la Producción de Maíz en el Estado Barinas, Venezuela. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Astier C., M.; Galván-Miyoshi y Masera, O.R. 2008. Evaluación de Sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. SEAE, CIGA, ECOSUR, CIEco, UNAM, GIRA, Mundiprensa y Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, España.
- Barbancho, A. G. 1976. Fundamentos y posibilidades de la Econometría. Editorial Ariel, Barcelona, España.
- Bichara M. G., E. 1990. Consideraciones sobre la función de producción Cobb-Douglas. Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L.

- Bird, J.D. and Gillot, P.W. 1992. A Quantitative Review of Adequacy and Equity Indicators for Irrigation System Distribution. *Advances in Planning, Design and Management of Irrigation Systems as Related to Sustainable Land Use*.-Vol. 3, pp. 901-914. Edited by Jay Feyen, Emmanuel Mwendera y Moussa Badji-Centre of Irrigation Engineering (CIE)-European Committee for Water Resources Management (ECOWARM). Belgium.
- Birol, E.; Karousakis, K. and Koundouri, P. 2006. Using Economic Valuation Techniques to inform Water Resources Management: A Survey and Critical Appraisal of Available Techniques and an Application. *Science of the Total Environment* 365 (1-3): 105-122.
- Bos, M. and Nugteren, J. 1990. On Irrigation Efficiencies. ILRI publication N° 19
- Bosshard, A. 2000. A Methodology and Terminology of Sustainability Assessment and its Perspectives for Rural Planning. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 77 : 29-41.
- Brambila P., J. 2004. Evaluación del Programa PROCAMPO pp 2-3.
- Brewer, J.D.; Sakthivadivel, R. and Raju, K.V. 1997. Water distribution rules and water distribution performance: A case study in the Tambraparani Irrigation System. Research Report 12. International Irrigation Management Institute. Colombo, Sri Lanka.
- Burt, C. M.; Clemmens, A. J.; Strelkoff, T. S.; Solomon, K. H.; Bliesner, R. D.; Hardy L. A.; Howell, T. A.; Members, ASCE and Eisenhauer, D. E. 1997. Irrigation Performance Measures: Efficiency and Uniformity. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, Vol. 123, N° 6, November/December, 1997, pp. 423-442.

- Burt, C. M. and Styles, S. W. 1999. Modern Water Control and Management. Practices in Irrigation- Impact on performance. FAO Water report N° 19. FAO-IPTRID-WB, Rome, Italy.
- Caballer, V. y Guadalajara, N. 1998. Valoración Económica del Agua de Riego. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Call, S. T. y Holahan, W. L. 1985. Microeconomía, Editorial Interamericana, México, D.F. pp. 158
- Castellanos P., M. 2004. Región Confidencial para el Optimo Económico de una Función de Producción Cobb-Douglas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.
- Cepas López, S. y Dios Palomares, R. 1999. Análisis de la Función de Producción Agraria para distintos niveles de agregación. Estudios de Economía Aplicada, 12, pp. 17-33.
- Cobb, C.W. and Douglas, P.H. 1928. A Theory of Production. American Economic Review. December 1928, 139-65.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012. Libro Blanco del Programa Rehabilitación, Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego, Periodo 2007-2012. CONAGUA. Distrito Federal, México.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012. Reglas de Operación para los Programas de Infraestructura Hidroagrícola y de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a cargo de la Comisión Nacional del Agua, aplicables a partir de 2012. CONAGUA. D.O.F. 2011-12-29. México, Distrito Federal, México.

- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2011. Estadísticas del agua en México. Síntesis. CONAGUA. Distrito Federal, México.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego. Año agrícola 2009-2010. CONAGUA. Distrito Federal, México.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2008. Programa Nacional Hídrico 2007-2012. CONAGUA. Distrito Federal, México.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2007. Formulación del Plan Director para la Modernización Integral del Riego del Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma, Guanajuato. CONAGUA. Distrito Federal, México. (Versión Preliminar).
- Chávez M., J. 1985. An Optimization and Simulation Methodology for Irrigation Planning. Graduate Division, College of Engineering, University of California Davis. California, U.S.A.
- Chiang C., A. and Wainwright, K. 2006. Métodos Fundamentales de Economía Matemática. Cuarta Edición. McGraw Hill. U.S.A.
- Dent, J.B. y Anderson, J.R. 1974. El análisis de sistema de administración agrícola. México, D.F.
- Echevarría, C. 1998. A three-factor agricultural production function: the case of Canada, *International Economic Journal*, 12 (3): 63-75.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura), 2011. Evaluación Económica de Proyectos de Inversión. Boletín de Educación Financiera 3. Banco de México-FIRA. México.



- Florencio C., V. 2000. Productividad del Agua en el Distrito de Riego 011 “Alto Rio Lerma”. Tesis de Maestría. Campus Montecillo. Colegio de Posgraduados. Texcoco, Estado de México. México.
- Gallant, A. R. 1987. Nonlinear statistical models. The Institute of Statistics. Raleigh, N.C. 610 p.
- Gibbons, D. 1986. The Economic Value of Water. Resources for the Future. Washington, D.C.
- Godínez, M. L. 2005. El Valor Económico del Agua en el Sector Agrícola de la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 155 p.
- Gujarati, D. 2003. Econometría. Editorial McGraw-Hill / Editorial Interamericana de México. 4a. Edición. México, D.F.
- Hall, H. H. 1998. Choosing an Empirical Production Function: Theory, Nonnested Hypotheses, Costs of Specifications. College of Agriculture. University of Kentucky. Agricultural Economics Reseach Report. No. 59. August, 1998.
- Hecht, S. 1999. La evolución del pensamiento agroecológico, Capitulo I, en Altieri, M. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable, Editorial Nordan–Comunidad, 4ª edición, Uruguay, 338 p.
- Intriligator, M. 1990. Modelos econométricos, técnicas y aplicaciones. Editorial FCE. 1ª Edición. México, D.F.
- Jabeen, S.; Ashfaq, M. and Ahmad, B. 2006. Linear program modeling for determining the value of irrigation water. J. Agric. Social Sci. 2-2:101-105.

- Kloezen, W. H. 1998. Measuring land and water productivity in a Mexican irrigation District. *Water Resour. Dev.* 14(2): 231-247.
- Kloezen, W. H. and Garcés R., C. 1998. Assessing irrigation performance with comparative indicators: The case of the Alto Rio Lerma Irrigation District, Mexico. International Water Management Institute. Colombo, Sri Lanka (Research Report 22).
- Levine, G. 1982. Relative Water Supply: An Explanatory Variable for Irrigation Systems. The determinants of developing country irrigation project problems. United States Agency for International Development and Cornell University. Ithaca, New York, USA. (Technical Report No. 6).
- Levine, G. and Coward, E.W. 1989. Equity consideration in the modernization of irrigation systems. *Irrigation management network* 89/26: 1-26.
- Levine, G. 1999. Entendiendo el comportamiento del riego: La disponibilidad relativa del agua como variable explicativa. International Water Management Institute IWMI. México, D. F. 28 p. (Serie Latinoamericana No. 6).
- Liu, X.; Chen, X. and Wang, S. 2007. Evaluating and predicting shadow prices of water resources in China and its nine major river basins. *Water Resource Manage.* Ed. Springer Science.. 23:1467-1478.
- Maddala, G. S. 1977. The Use of Variance Components Models in Pooling Cross Section and Time Series Data. *Econometrica* 39:2, 341-358.
- Malano, H. and Burton, M. 2001. Guidelines for Benchmarking Performance in the Irrigation and Drainage Sector. IPTRID-FAO, Rome, Italy.
- Marschak, Jacob & Andrews, William H. 1944. Random Simultaneous Equations and the Theory of Production. *Econometrica*: 12, 3.

- Martín, G.; Labeaga, J. y Mochón, F., 1997. Introducción a la econometría, Madrid.
- Mankiw, N. G. 2004. Macroeconomía. Cuarta edición.  
[http://books.google.com.mx/books?id=XzgZZqXPQsMC&pg=PA93&lpg=PA93&dq=propiedades+de+la+funcion+de+produccion+cobb+douglas&source=web&ots=jUQ2833zsl&sig=AnFFxxfhMBRbiAMILIPd7kRFp0I&hl=es&sa=X&oi=book\\_result&resnum=8&ct=result#PPA93\\_M1](http://books.google.com.mx/books?id=XzgZZqXPQsMC&pg=PA93&lpg=PA93&dq=propiedades+de+la+funcion+de+produccion+cobb+douglas&source=web&ots=jUQ2833zsl&sig=AnFFxxfhMBRbiAMILIPd7kRFp0I&hl=es&sa=X&oi=book_result&resnum=8&ct=result#PPA93_M1).  
 (Septiembre del 2008).
- Masera, O.; Astier, M. y López-Ridaura, S. 1999. Sustentabilidad y manejo de Recursos Naturales, Mundi-Prensa México, S.A. de C.V, México, 109 p.
- Marsh, R. and Runsten, D. 1998. Smallholders Fruit and Vegetable Production in Mexico: Barriers and Opportunities, en The Transformation of Rural Mexico. Reforming the Ejido Sector, editado por Cornelius, W. y Myhre, D. San Diego-La Jolla: Center for U.S.-Mexican Studies, Universidad de California.
- Meinzen-Dick, R.S. 1995. Timeliness of irrigation: Performance indicators and impact on agricultural production in the Sone Irrigation System, Bihar. Irrigation and Drainage Systems 9:371-387.
- Mejía S., E. 1999. Diagnóstico y Propuestas para incrementar la Productividad de los Recursos en Distritos y Módulos de Riego. Tesis de Doctorado. Instituto de Recursos Naturales, Especialidad en Hidrociencias. Campus Montecillos. Colegio de Posgraduados. Texcoco, Estado de México, México.
- Mejía S., E.; Palacios V., E.; Chávez M., J.; Zazueta R., F.; Tijerina C., L. y Casas D., E. 2003. Evaluación económica del proceso de transferencia del Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma, Guanajuato, México. Terra 21: 523-531.

- Molden, D. J. and Gates, T. K. 1990. Performance Measures for Evaluation of Irrigation-Waters-Delivery Systems. American Society of Civil Engineers.
- Molden, D. J.; Sakthivadivel, R.; Christopher, J.; Perry, C.; De Fraiture, C. and Kloezen, W. H. 1998. Indicators for Comparing Performance of Irrigated Agricultural Systems. Research Report 20. International Water Management Institute. Colombo, Sri Lanka (Research Report 20).
- Mundlak, Y.; Larson, D. F. and Butzer, R. 2004. Agricultural Dynamics in Thailand, Indonesia and the Philippines. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics 48:1, 95-126.
- Murray-Rust, D.H. and Snellen, W. B. 1993. Irrigation System Performance Assessment and Diagnosis. International Water Management Institute. Colombo, Sri Lanka. Research Report 20 + 148 pp.
- Oad, R. y Sampath, R. K. 1995. Performance Measure for Improving Irrigation Measurement. Irrigation and Drainage Systems 9: 357-370. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Palerm V., J. 2005. Gobierno y administración de sistemas de riego: Tipologías, Región y Sociedad. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Volumen XVII, número 34, sept-dic., pp. 3-33.
- Palacios V., E. 1976. Strategies to improve water management in Mexican irrigation districts: a case study in Sonora. Ph. D. dissertation. The University of Arizona. Tucson, Arizona. 196 p.

- Palacios V., E. y Exebio G., A. 1989. Introducción a la teoría de la operación de distritos y sistemas de riego. Colegio de Postgraduados, Centro de Hidrociencias. Montecillo, Estado de México, México. 482 p.
- Palacios V., E. 2003. Water Use and Management on the Mexico - United States of America Border. Conference on Soil and Water Conservation Society. Spokane, Washington, U.S.A.
- Palacios V., E. y Exebio G., A. 2011. La Operación de los Sistemas de Riego. Centro de Hidrociencias. Campus Montecillo. Colegio de Posgraduados. Texcoco, México.
- Pérez E., R. H. y Aguilar I., A. 2012. Agricultura y Contaminación del Agua. Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal.
- Pérez E., R. H.; Jara D., K. A. y Santos B., A. 2011. Contaminación agrícola y costos en el Distrito de Riego 011, Guanajuato. Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal.
- Pulido, A., 1987. Modelos econométricos, Ediciones Pirámide, S.A., Madrid.
- Quadri, G. 2001. Índice de sustentabilidad ambiental. Sustentabilidad ambiental comparada en las entidades federativas de México, México, CÉSPEDS.
- Rao, P. S. 1987. Relative equity ratio: concept and method of computation. Unpublished.
- Ratkowsky, D. (1990). Handbook of Nonlinear Regression Models. Marcel Dekker: New York and Basel.

- Rendón, R. 2004. Evaluación comparativa de sustentabilidad en sistemas agrícolas convencionales, mixtos y orgánicos de México, Estado de México. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro de investigaciones económicas, sociales y tecnológicas de la agroindustria y la agricultura mundial. Chapingo, México. 230 p.
- Rhodes, G. F. Jr., y Sampath, R. K. 1988. Efficiency, equity and cost recovery implications of water pricing and allocation schemes in developing countries. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, vol. 36, No. 1, marzo de 1988, pág. 116.
- Rocha S., R. y Marmolejo C., A. 2007. Acciones para optimizar el uso del agua y la conservación de los recursos naturales en el Distrito de Riego 011. México.
- Rubiños P., J. E. 2001. Valor Económico del Agua y Análisis de las Transmisiones de Derechos de Agua en Distritos de Riego de México. Tesis de Doctorado. Programa Economía Agrícola. Campus Montecillo. Colegio de Posgraduados. Texcoco, México.
- Sampedro, J.L. 1959. Realidad económica y análisis estructural. Editorial Aguilar, Madrid, España.
- Sánchez C., I.; Catalán V., E.; González C., G.; Estrada A., J. y García A., D. 2006. Indicadores comparativos del uso del agua en la Agricultura. *Agricultura Técnica en México* Vol. 32 Núm. 3 Septiembre-Diciembre 2006 p. 333-340.
- Santos H., A. L.; Palacios V., E.; Exebio G., A. y Chalita T., L.E. 2000. Metodología para evaluar la distribución de costos e ingresos relacionados con el servicio de riego. *Agrociencia* 34: 639-649.

- Sarandón, S.; Zuluaga, M.; Cieza, R.; Gómez, C.; Janjetic, L. y Negrete, E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. Agroecología, Facultad de Ciencias agrarias y forestales, Argentina, Núm. 1, pp. 19-28.
- Secretaria de Desarrollo Agropecuario. 2012. Libro Blanco, Entrega-Recepción 2012 del Programa de Rehabilitación de Obras Hidroagrícolas del Agua Superficial. Gobierno del Estado de Guanajuato.
- Sharma, D.N. and Oad, R. 1991. Performance measure for irrigation water delivery systems. International Congress on Irrigation and Drainage Bulletin, Vol. 40, No. 1, New Delhi.
- SIAP-SAGARPA (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2012. [www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx).
- Small, L. E. and Svendsen, M. 1992. A Framework for Assessing Irrigation Performance. Irrigation and Drainage Systems 4(4): 283-312. Revised edition as: Working Paper on Irrigation Performance 1. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
- Solís, L. 1978. La realidad económica mexicana: Retro-visión y perspectivas. 8ª Ed. Siglo XXI. 138 p.
- Theil, H. 1967. Economics and information theory. Amsterdam, Holland.
- Torres, P.; Rodríguez, L. y Sánchez, O. 2004. Evaluación de la sustentabilidad del desarrollo regional. El marco de la agricultura, Sociedad y Región, vol. XVI, núm. 29.

- Troncoso, J., 2001. Estimación de la función de producción del viñedo chileno de riego. *Agricultura Técnica* 61, 70-81.
- Uriel , E. y Aldas, J. 2005. *Análisis multivariante aplicado*. Paraninfo, S.A., Madrid, España.
- Valavanis V., S. 1959. *Econometrics: an introduction to maximum likelihood methods*. McGraw-Hill. New York, U.S.A.
- Vuren, G. V. 1992. Irrigation Efficiency Coefficients: Anchors or Quick sands? p. 97-104 in Diemer, G. and Slabbers, J. (eds.) *Irrigators and Engineers*, Thesis Publishers, Amsterdam, Holland.
- White, H. 1980. A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix and a Direct Test for Heteroskedasticity. *Econométrica*, 48: pp. 817-838.
- Wolters, W. 1992. *Influences on the Efficiency of Irrigation Water Use*. ILRI-Publication 51-International Institute for Land Reclamation and Improvement. Wageningen, the Netherlands.
- Young, R. 1996. *Measuring economic benefits for water investments and policies*. Technical paper 338. World Bank. Washington, DC, USA.



## ANEXOS

**ANEXO 1**  
**ESTADÍSTICAS AGRÍCOLAS**  
**SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y VALOR DE LAS COSECHAS<sup>107</sup>**  
**DISTRITO DE RIEGO 011 “ALTO RÍO LERMA”**  
**PERIODO 1996-1997 A 2011-2012**

---

<sup>107</sup> Nota.-

La información anexa fue proporcionada por la Gerencia de Distritos de Riego de la Comisión Nacional del Agua.

El P.M.R. y el Valor de la Cosecha se encuentran a precios constantes de 2010; la conversión, utilizando el índice nacional de precios al productor fue realizado por el investigador.

**AÑO AGRICOLA 1996-1997**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	157,155	157,155	8.73	1,372,299	2,570.67	3,527,701,394.15
<b>Otoño-Invierno</b>	76,796	76,796	6.54	502,229	3,080.52	1,547,103,841.30
Ajo	1,020	1,020	7.40	7,550	12,020.72	90,756,451.19
Apio	16	16	20.00	320	3,827.62	1,224,837.81
Avena	124	124	12.33	1,529	750.54	1,147,580.71
Brócoli	2,665	2,665	8.24	21,963	4,217.80	92,635,541.51
Cacahuate	5	5	3.80	19	6,493.56	123,377.64
Calabacita	26	26	10.12	263	3,095.83	814,204.18
Camote	13	13	19.15	249	2,247.92	559,732.87
Cebada	7,242	7,242	6.30	45,617	3,084.34	140,698,363.91
Cebolla	1,163	1,163	18.87	21,947	1,713.68	37,610,211.91
Chicharo	88	88	4.14	364	6,269.67	2,282,161.03
Chile verde	12	12	9.83	118	17,554.38	2,071,416.88
Cilantro	19	19	11.47	218	1,575.74	343,510.72
Col	39	39	15.00	585	1,238.35	724,433.02
Coliflor	509	509	13.79	7,017	3,562.35	24,997,021.31
Comino	3	3	1.67	5	10,131.93	50,659.65
Frijol	1,282	1,282	2.61	3,352	11,687.54	39,176,642.12
Garbanzo	375	375	3.69	1,385	7,060.34	9,778,566.93
Gladiola	2	2	4.00	8	9,006.16	72,049.28
Haba	11	11	3.00	33	9,033.45	298,103.91
Jitomate	62	62	15.06	934	7,063.18	6,597,012.45
Lechuga	246	246	13.41	3,299	2,014.76	6,646,701.69
Maíz Grano	58	58	6.52	378	3,116.51	1,178,041.80
Otros Forrajes	1	1	25.00	25	337.73	8,443.28
Sandía	4	4	15.00	60	2,476.69	148,601.65
Tomate de cáscara	324	324	11.65	3,775	3,152.16	11,899,389.35
Trigo Grano	61,408	61,408	6.17	379,170	2,823.24	1,070,488,793.90
Zanahoria	79	79	25.90	2,046	2,332.35	4,771,990.61
<b>Perenes</b>	5,120	5,120	49.49	253,367	1,815.45	459,974,610.36
Aguacate	1	1	3.00	3	5,628.85	16,886.55
Alfalfa	3,272	3,272	68.00	222,496	675.46	150,287,598.83
Caña de Azúcar	23	23	65.00	1,495	1,350.92	2,019,631.46
Chayote	17	17	11.53	196	1,684.35	330,132.06
Durazno	3	3	3.00	9	3,377.31	30,395.79
Espárrago	664	664	5.60	3,718	19,140.15	71,163,076.55
Fresa	917	917	18.50	16,965	13,508.84	229,177,510.64
Guayabo	25	25	12.00	300	1,688.66	506,596.52
Otras Hortalizas	29	29	20.00	580	2,251.54	1,305,893.25
Otros Pastos	169	169	45.00	7,605	675.46	5,136,888.70
<b>Primavera-Verano</b>	10,996	10,996	7.23	79,469	3,226.21	256,383,409.86
Ajo	13	13	7.54	98	13,440.32	1,317,150.95
Avena	60	60	25.00	1,500	645.44	968,162.24
Brócoli	128	128	12.00	1,536	5,628.85	8,645,913.93
Cacahuate	282	282	2.90	818	6,752.97	5,523,928.44
Calabacita	103	103	6.50	670	4,499.72	3,014,812.17
Camote	93	93	20.00	1,860	9,006.16	16,751,458.23

**AÑO AGRICOLA 1996-1997**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
Cebada	21	21	5.62	118	2,917.08	344,215.45
Cebolla	71	71	20.00	1,420	4,052.77	5,754,936.46
Chicharo	10	10	7.20	72	6,754.62	486,332.66
Chile verde	53	53	5.17	274	6,741.80	1,847,253.55
Cilantro	15	15	21.53	323	1,798.44	580,897.34
Coliflor	15	15	10.33	155	4,488.55	695,725.89
Frijol	1,699	1,699	1.50	2,549	10,129.94	25,821,224.58
Garbanzo	222	222	4.00	888	9,006.16	7,997,470.38
Jitomate	48	48	17.52	841	4,497.73	3,782,587.34
Lechuga	21	21	7.90	166	4,500.37	747,061.00
Maíz Grano	2,268	2,268	6.70	15,196	2,701.78	41,056,203.02
Melón	9	9	30.00	270	2,251.54	607,915.82
Otras Flores	13	13	0.00	0	0.00	702,480.51
Pepino	14	14	9.57	134	4,516.52	605,213.97
Rábano	1	1	10.00	10	2,927.00	29,270.02
Sandía	20	20	30.00	600	2,251.54	1,350,924.05
Sorgo Grano	4,639	4,639	8.50	39,432	2,251.51	88,781,602.87
Tomate de cáscara	281	281	11.50	3,232	5,627.98	18,189,629.46
Trigo Grano	801	801	7.00	5,607	2,476.69	13,886,823.78
Zanahoria	52	52	20.00	1,040	5,628.85	5,854,004.22
Zempoalxochitl	44	44	15.00	660	1,576.08	1,040,211.52
<b>Segundos Cultivos</b>	<b>64,243</b>	<b>64,243</b>	<b>8.36</b>	<b>537,234</b>	<b>2,353.24</b>	<b>1,264,239,532.63</b>
Ajo	92	92	7.50	690	13,509.24	9,321,375.95
Apio	4	4	12.00	48	5,628.85	270,184.81
Brócoli	272	272	12.00	3,264	5,628.85	18,372,567.09
Cacahuete	14	14	2.93	41	6,688.72	274,237.58
Calabacita	8	8	6.50	52	4,503.08	234,160.17
Calabaza	26	26	15.00	390	450.31	175,620.13
Cebolla	142	142	20.00	2,840	4,052.77	11,509,872.92
Chicharo	20	20	7.20	144	6,754.62	972,665.32
Chile verde	27	27	5.19	140	6,721.81	941,053.69
Col	4	4	12.50	50	3,377.31	168,865.51
Coliflor	47	47	10.30	484	4,504.01	2,179,941.11
Frijol	328	328	1.50	492	10,131.93	4,984,909.75
Garbanzo	1	1	4.00	4	9,006.16	36,024.64
Haba	3	3	8.00	24	12,383.47	297,203.29
Jitomate	12	12	17.50	210	4,503.08	945,646.84
Lechuga	31	31	18.00	558	3,602.46	2,010,174.99
Maíz Grano	5,896	5,896	6.70	39,503	2,701.86	106,731,645.95
Okra	10	10	4.00	40	6,754.62	270,184.81
Pepino	4	4	9.50	38	4,550.48	172,918.28
Sandía	17	17	30.00	510	2,251.54	1,148,285.44
Sorgo Grano	57,191	57,191	8.50	486,124	2,251.54	1,094,526,546.56
Tomate de cáscara	32	32	11.50	368	5,628.85	2,071,416.88
Zanahoria	58	58	20.00	1,160	5,628.85	6,529,466.25
Zempoalxochitl	4	4	15.00	60	1,576.08	94,564.68

**AÑO AGRICOLA 1997-1998**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	124,178	124,178	10.44	1,296,247	2,489.72	3,227,287,923.80
<b>Otoño-Invierno</b>	32,209	32,209	7.54	242,850	3,725.28	904,683,940.38
Ajo	968	968	6.00	5,808	15,186.27	88,201,862.74
Apio	3	3	20.00	60	4,745.71	284,742.58
Avena	26	26	16.00	416	1,138.97	473,811.66
Brócoli	2,386	2,386	12.00	28,632	7,593.14	217,406,657.53
Calabacita	26	26	10.10	263	2,610.14	686,457.42
Camote	19	19	19.10	363	2,372.29	861,118.52
Cebada	6,176	6,176	5.50	33,967	2,752.51	93,497,315.48
Cebolla	903	903	17.00	15,351	4,366.05	67,023,278.84
Chícharo	80	80	4.00	320	5,315.19	1,700,862.37
Chile verde	48	48	8.20	392	16,271.52	6,378,435.85
Cilantro	10	10	11.00	110	1,613.54	177,489.54
Coliflor	482	482	30.00	14,460	1,898.28	27,449,185.07
Frijol	1,359	1,359	2.50	3,433	8,997.49	30,888,353.45
Garbanzo	80	80	2.70	216	8,559.93	1,848,928.51
Gladiola	5	5	4.00	20	9,491.42	189,828.39
Haba	2	2	2.00	4	9,557.86	38,231.44
Jitomate	28	28	25.00	700	2,847.43	1,993,198.09
Lechuga	373	373	23.20	8,646	2,732.39	23,624,522.69
Pepino	3	3	9.30	28	4,154.20	116,317.35
Rábano	2	2	20.00	40	1,898.28	75,931.36
Sandía	2	2	18.00	36	1,613.54	58,087.49
Tomate de cáscara	235	235	15.00	3,525	3,796.57	13,382,901.44
Trigo Grano	18,800	18,800	6.50	122,200	2,596.85	317,335,358.84
Zanahoria	193	193	20.00	3,860	2,847.43	10,991,063.73
<b>Perenes</b>	5,529	5,529	53.17	293,960	2,067.60	607,791,017.78
Alfalfa	3,775	3,775	70.00	264,250	949.14	250,810,759.17
Caña de Azúcar	18	18	65.00	1,170	702.37	821,767.10
Chayote	1	1	11.00	11	1,984.66	21,830.26
Espárrago	394	394	4.50	1,773	28,474.26	50,484,860.10
Fresa	1,127	1,127	17.50	19,722	15,186.65	299,511,232.41
Guayabo	32	32	12.00	384	3,796.57	1,457,882.03
Otras Hortalizas	70	70	23.00	1,610	1,898.28	3,056,237.07
Otros Pastos	112	112	45.00	5,040	322.71	1,626,449.64
<b>Primavera-Verano</b>	60,355	60,355	8.72	526,187	2,273.68	1,196,382,278.79
Ajo	28	28	7.50	210	15,186.27	3,189,116.94
Apio	11	11	19.60	216	3,796.57	820,058.64
Avena	3	3	20.00	60	1,138.97	68,338.22
Brócoli	818	818	12.00	9,816	7,593.14	74,534,218.72
Cacahuete	187	187	5.00	935	6,643.99	6,212,134.04
Calabacita	28	28	12.00	336	2,606.34	875,731.51
Calabaza	4	4	14.50	58	2,467.77	143,130.61
Camote	87	87	20.00	1,740	4,745.71	8,257,534.93
Cebada	294	294	6.20	1,822	2,753.65	5,017,278.22

**AÑO AGRICOLA 1997-1998**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
Cebolla	163	163	25.00	4,075	4,366.05	17,791,665.77
Chícharo	31	31	7.00	217	5,315.19	1,153,397.29
Chile verde	65	65	7.00	455	14,863.56	6,762,921.11
Cilantro	4	4	3.30	13	5,607.15	72,894.10
Coliflor	65	65	10.00	650	3,796.57	2,467,769.06
Frijol	1,797	1,797	2.60	4,746	9,853.80	46,765,832.46
Garbanzo	91	91	3.00	273	6,089.69	1,662,486.66
Girasol	1	1	2.00	2	14,237.13	28,474.26
Jitomate	18	18	18.00	324	9,491.42	3,075,219.90
Lechuga	49	49	15.00	735	2,847.43	2,092,857.99
Maíz Grano	7,004	7,004	7.00	49,028	2,847.43	139,603,593.95
Melón	4	4	7.00	28	4,745.71	132,879.87
Otras Hortalizas	16	16	20.00	320	3,796.57	1,214,901.69
Otros Forrajes	1	1	40.00	40	379.66	15,186.27
Pepino	26	26	10.00	260	3,796.57	987,107.62
Sandía	25	25	20.00	500	4,745.71	2,372,854.86
Sorgo Grano	48,102	48,102	9.00	432,918	1,898.28	821,801,265.77
Tomate de cáscara	387	387	15.00	5,805	3,796.57	22,039,075.98
Trigo Grano	806	806	7.50	6,045	2,596.85	15,697,972.54
Zanahoria	180	180	20.00	3,600	2,847.43	10,250,733.01
Zempoalxochitl	60	60	16.00	960	1,328.80	1,275,646.78
<b>Segundos cultivos</b>	<b>26,085</b>	<b>26,085</b>	<b>8.94</b>	<b>233,250</b>	<b>2,222.64</b>	<b>518,430,686.86</b>
Ajo	20	20	7.50	149	15,288.21	2,277,940.67
Apio	10	10	20.00	200	3,796.57	759,313.56
Brócoli	324	324	12.00	3,888	7,593.14	29,522,111.08
Cacahuate	41	41	5.00	205	6,643.99	1,362,018.69
Calabaza	9	9	14.40	130	2,477.26	322,043.86
Camote	1	1	20.00	20	4,745.71	94,914.19
Cebolla	179	179	25.00	4,475	4,366.05	19,538,086.95
Chile verde	33	33	7.00	231	14,863.56	3,433,483.02
Cilantro	12	12	3.20	38	5,754.84	218,682.30
Col	2	2	12.50	25	1,898.28	47,457.10
Coliflor	17	17	10.00	170	3,796.57	645,416.52
Frijol	200	200	2.60	528	9,857.79	5,204,878.41
Jitomate	50	50	18.00	900	9,491.42	8,542,277.51
Lechuga	84	84	15.00	1,260	2,847.43	3,587,756.56
Maíz Grano	2,989	2,989	7.00	20,923	2,847.43	59,576,619.61
Pepino	17	17	10.00	170	3,796.57	645,416.52
Sandía	4	4	20.00	80	4,745.71	379,656.78
Sorgo Grano	21,972	21,972	9.00	197,748	1,898.28	375,381,842.99
Tomate de cáscara	62	62	15.00	930	3,796.57	3,530,808.04
Zanahoria	59	59	20.00	1,180	2,847.43	3,359,962.49

**AÑO AGRICOLA 1998-1999**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	165,753	165,287	8.91	1,472,562	2,277.77	3,354,161,436.00
<b>Otoño-Invierno</b>	68,339	68,188	6.06	413,092	3,139.76	1,297,007,795.90
Ajo	937	937	6.00	5,622	13,520.71	76,013,425.02
Apio	15	15	20.00	300	5,070.27	1,521,079.74
Avena	223	223	15.00	3,345	1,267.57	4,240,009.78
Brócoli	3,186	3,186	12.00	38,232	7,605.40	290,769,603.66
Calabacita	81	81	10.00	810	2,366.12	1,916,560.48
Calabaza	2	2	15.00	30	1,352.07	40,562.13
Cebada	16,534	16,534	5.50	90,937	2,535.13	230,537,380.97
Cebolla	1,738	1,738	16.00	27,808	3,042.16	84,596,370.98
Chícharo	67	67	5.00	335	1,436.58	301,680.82
Chile verde	23	23	10.00	230	1,098.56	395,480.73
Cilantro	21	21	10.00	210	4,225.22	11,813,719.34
Col	18	18	20.00	360	5,070.27	1,698,539.05
Coliflor	233	233	12.00	2,796	5,070.27	1,166,161.14
Frijol	1,086	1,086	1.50	1,629	8,450.44	13,765,771.67
Garbanzo	277	277	3.50	970	7,601.48	7,373,434.05
Haba	8	8	15.00	120	6,760.35	811,242.53
Jitomate	38	38	20.00	760	2,535.13	1,926,701.01
Lechuga	556	556	25.00	13,900	2,873.15	39,936,793.69
Maíz	39	39	22.00	858	845.04	725,048.01
Melón	3	3	8.00	24	3,380.18	81,124.25
Papa	2	2	12.00	24	5,070.27	121,686.38
Pepino	8	8	9.00	72	4,225.22	304,215.95
Rábano	4	4	5.50	22	2,535.13	55,772.92
Sandía	18	18	28.00	504	2,197.12	1,107,346.05
Tomate de cáscara	379	379	18.00	6,822	3,380.18	23,059,568.90
Trigo Grano	42,510	42,510	5.00	212,550	2,312.04	491,424,359.02
Zanahoria	295	182	21.00	3,822	2,957.66	11,304,157.62
<b>Perenes</b>	7,047	7,047	47.13	332,105	1,019.13	338,457,566.21
Alfalfa	5,089	5,089	60.00	305,340	270.41	82,568,264.66
Caña de Azúcar	9	9	65.00	585	625.33	365,819.68
Chayote	8	8	11.00	88	1,352.07	118,982.24
Durazno	2	2	9.00	18	5,070.27	91,264.78
Espárrago	934	934	5.00	4,670	15,210.80	71,034,423.99
Fresa	718	718	17.00	12,206	13,520.71	165,033,771.93
Guayabo	35	35	12.51	438	3,376.32	1,478,827.53
Otros Industriales	86	86	15.00	1,290	2,028.11	2,616,257.16
Otros Pastos	166	166	45.00	7,470	2,028.11	15,149,954.24
<b>Primavera-Verano</b>	21,433	21,119	7.08	149,518	3,233.61	483,482,970.69
Ajo	33	33	7.00	231	14,365.75	3,318,488.97
Avena	97	5	18.00	90	1,098.56	98,870.18
Brócoli	253	253	12.00	3,036	7,605.40	23,089,990.50
Cacahuete	322	322	4.50	1,449	5,915.31	8,571,284.35
Calabacita	82	82	11.00	902	2,535.13	2,286,689.88
Calabacita	10	10	5.00	50	929.55	46,477.44

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
Camote	161	161	18.00	2,898	4,732.25	13,714,054.96
Cebada	971	971	6.00	5,826	2,535.13	14,769,684.30
Cebolla	416	416	22.00	9,152	3,042.16	27,841,843.61
Chícharo	1	1	7.00	7	5,871.17	393,368.12
Chile verde	538	538	10.00	5,380	1,183.06	157,347.25
Cilantro	19	19	3.53	67	18,252.96	18,252.96
Col	7	7	19.00	133	5,070.27	35,491.86
Comino	1	1	1.00	1	4,225.22	22,731,691.71
Frijol	3,691	3,691	2.20	8,121	9,294.57	75,481,216.12
Garbanzo	278	278	3.50	973	5,915.31	5,755,596.74
Jícama	2	2	18.00	36	5,070.27	182,529.57
Jitomate	218	218	17.00	3,706	6,760.35	25,053,873.45
Lechuga	115	115	14.50	1,668	3,041.25	5,072,800.94
Maíz Grano	3,886	3,886	6.50	25,259	2,788.65	70,438,414.25
Melón	6	6	11.00	66	3,380.18	223,091.70
Otras Flores	8	8	12.00	96	3,380.18	324,497.01
Pepino	11	11	11.55	127	3,703.56	470,351.66
Rábano	7	7	4.00	28	2,535.13	70,983.72
Sandía	24	24	18.00	432	5,070.27	2,190,354.83
Sorgo Grano	6,190	6,106	8.00	48,848	1,859.10	90,813,192.90
Tomate de cáscara	676	649	14.50	9,410	4,027.78	37,901,419.99
Trigo Grano	3,239	3,151	6.00	18,906	2,366.12	44,733,941.19
Zanahoria	160	137	18.00	2,466	3,042.16	7,501,965.29
Zempoalxochitl	11	11	14.00	154	1,267.57	195,205.23
<b>Segundos cultivos</b>	<b>68,934</b>	<b>68,933</b>	<b>8.38</b>	<b>577,847</b>	<b>2,137.61</b>	<b>1,235,213,103.20</b>
Ajo	59	59	7.00	413	14,365.75	5,933,056.04
Apio	14	14	12.00	168	2,535.13	425,902.33
Brócoli	551	551	12.50	6,888	7,604.85	52,382,183.65
Cacahuete	32	32	4.81	154	6,068.52	934,551.39
Calabacita	122	122	10.00	1,220	2,535.13	3,092,862.14
Camote	40	40	16.00	640	4,563.24	2,920,473.11
Cebolla	335	335	20.00	6,700	2,535.13	16,985,390.46
Chile verde	160	160	12.00	1,920	7,098.37	567,869.77
Cilantro	16	16	5.00	80	2,197.12	105,461.53
Col	4	4	12.00	48	3,887.20	7,428,446.44
Coliflor	182	182	10.50	1,911	5,746.30	11,032,898.40
Frijol	351	351	2.20	772	8,452.63	6,525,432.10
Garbanzo	8	8	3.75	30	5,994.18	179,825.43
Jitomate	117	117	18.00	2,106	2,535.13	5,338,989.90
Lechuga	199	199	23.00	4,577	2,873.15	13,150,410.41
Maíz Grano	9,144	9,144	6.50	59,437	2,535.09	150,678,159.33
Otras Flores	12	12	9.00	108	6,760.35	730,118.28
Otros Cultivos Varios	18	17	12.00	204	2,873.15	586,122.73
Pepino	21	21	11.00	231	4,225.22	976,026.17
Rábano	4	4	4.50	18	1,690.09	30,421.59
Sorgo Grano	57,420	57,420	8.50	488,070	1,943.60	948,613,776.27
Tomate de cáscara	58	58	14.00	812	3,380.18	2,744,703.89
Zanahoria	67	67	20.00	1,340	2,873.15	3,850,021.84



**AÑO AGRICOLA 1999-2000**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	142,996	142,996	9.90	1,415,705	2,476.65	3,506,212,085.36
<b>Otoño-Invierno</b>	47,446	47,446	7.87	373,320	2,804.09	1,046,824,102.08
Ajo	1,328	1,328	9.08	12,055	8,207.78	98,944,824.60
Anís	20	20	1.50	30	13,649.85	409,495.54
Apio	21	21	11.48	241	2,714.78	654,262.19
Avena	174	174	8.96	1,559	1,223.90	1,908,055.32
Brócoli	3,638	3,638	12.59	45,818	4,180.67	191,549,836.18
Cacahuete	9	9	4.00	36	7,014.51	252,522.25
Calabacita	110	110	14.29	1,572	1,788.85	2,812,071.00
Calabaza	2	2	18.00	36	1,719.93	61,917.59
Camote	7	7	27.57	193	3,226.81	622,774.46
Cártamo	49	49	1.90	93	3,726.69	346,582.13
Cebada	15,079	15,079	6.04	91,010	2,376.65	216,298,629.66
Cebolla	1,442	1,442	28.28	40,782	2,348.29	95,768,158.31
Chicharo	43	43	6.21	267	9,752.79	2,603,994.53
Chile verde	10	10	9.10	91	5,620.85	511,497.15
Cilantro	17	17	7.06	120	3,949.87	473,984.88
Col	11	11	14.27	157	3,256.36	511,248.97
Coliflor	122	122	11.84	1,445	5,021.14	7,255,547.41
Comino	1	1	1.00	1	16,736.58	16,736.58
Frijol	295	295	1.80	530	10,030.37	5,316,094.34
Garbanzo	699	699	2.09	1,461	7,810.74	11,411,492.80
Gladiola	4	4	8.75	35	6,860.38	240,113.29
Haba	2	2	2.00	4	4,188.02	16,752.09
Jitomate	51	51	18.49	943	9,056.37	8,540,153.53
Lechuga	616	616	15.48	9,533	1,640.87	15,642,388.29
Maíz Grano	5	5	8.60	43	2,146.32	92,291.61
Otras Especies	10	10	8.00	80	1,861.34	148,907.47
Pepino	6	6	12.67	76	3,700.24	281,217.96
Rábano	8	8	5.88	47	2,620.40	123,158.89
Tomate de cáscara	324	324	10.58	3,428	7,712.33	26,437,857.10
Trigo Grano	22,737	22,737	6.47	147,111	2,245.37	330,319,210.85
Zanahoria	604	604	24.00	14,495	1,877.42	27,213,236.90
Zempoalxochitl	2	2	14.00	28	1,396.01	39,088.21
<b>Perenes</b>	8,341	8,341	34.05	284,030	2,981.13	846,731,402.57
Alfalfa Achicalada	6,010	6,010	40.45	243,130	1,812.71	440,723,101.09
Caña de Azúcar	13	13	73.77	959	1,229.90	1,179,471.24
Chayote	31	31	10.00	310	1,863.14	577,574.84
Durazno	6	6	10.00	60	17,062.31	1,023,738.84
Espárrago	1,045	1,045	5.66	5,918	26,132.34	154,651,217.03
Fresa	878	878	25.53	22,417	10,270.23	230,227,766.18
Guayabo	20	20	9.95	199	1,839.05	365,971.13
Limón	1	1	6.00	6	1,551.12	9,306.72
Otros Frutales	4	4	15.00	60	2,326.68	139,600.75

**AÑO AGRICOLA 1999-2000**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
Otros Industriales	99	99	11.82	1,170	2,369.63	2,772,470.92
Otros Pastos	17	17	40.00	680	1,473.56	1,002,023.17
Rye Grass	210	210	43.20	9,072	1,440.82	13,071,097.56
Vid (Mesa)	7	7	7.00	49	20,164.55	988,063.10
<b>Primavera-Verano</b>	<b>47,518</b>	<b>47,518</b>	<b>8.61</b>	<b>408,934</b>	<b>2,173.70</b>	<b>888,898,909.28</b>
Ajo	30	30	9.03	271	8,174.29	2,215,231.26
Anís	1	1	2.00	2	9,772.05	19,544.11
Apio	12	12	11.50	138	3,102.24	428,108.97
Avena	16	16	8.19	131	1,101.47	144,292.89
Betabel	4	4	12.00	48	1,318.45	63,285.67
Brócoli	609	609	11.34	6,906	3,816.28	26,355,241.38
Cacahuete	389	389	4.32	1,679	7,881.06	13,232,305.40
Calabacita	134	134	12.78	1,712	2,359.30	4,039,115.07
Calabaza	13	13	28.00	364	1,318.45	479,916.36
Camote	197	197	26.13	5,147	5,281.50	27,183,897.17
Cártamo	10	10	1.90	19	3,722.69	70,731.05
Cebolla	312	312	26.20	8,175	2,441.14	19,956,348.08
Chile verde	258	258	11.36	2,930	7,664.48	22,456,930.72
Cilantro	28	28	7.14	200	4,038.49	807,698.93
Col	3	3	14.00	42	3,567.57	149,838.14
Frijol	1,354	1,354	1.97	2,673	10,713.43	28,636,986.19
Garbanzo	325	325	2.33	756	8,188.93	6,190,827.99
Gладиола	20	20	9.00	180	6,980.04	1,256,406.76
Jitomate	210	210	18.36	3,855	8,441.09	32,540,400.02
Lechuga	136	136	13.79	1,875	1,933.32	3,624,978.59
Maíz Grano	11,040	11,040	8.37	92,387	2,121.64	196,011,600.29
Melón	11	11	10.18	112	3,500.82	392,091.98
Otros Forrajes	7	7	28.00	196	1,318.45	258,416.50
Pepino	41	41	12.07	495	3,694.80	1,828,924.96
Sandía	46	46	15.02	691	4,609.59	3,185,223.81
Sorgo Grano	31,441	31,441	8.40	264,021	1,660.54	438,417,531.08
Tomate de cáscara	659	659	12.29	8,100	6,192.57	50,159,828.11
Zanahoria	212	212	27.50	5,829	1,508.53	8,793,207.81
<b>Segundos cultivos</b>	<b>39,691</b>	<b>39,691</b>	<b>8.80</b>	<b>349,421</b>	<b>2,071.31</b>	<b>723,757,671.44</b>
Ajo	424	424	9.55	4,048	7,740.12	31,331,992.65
Apio	7	7	13.00	91	2,792.02	254,073.37
Avena	8	8	12.00	96	775.56	74,453.73
Brócoli	892	892	11.37	10,138	3,825.27	38,780,545.86
Calabacita	87	87	14.44	1,256	1,989.45	2,498,744.87
Camote	4	4	30.00	120	6,204.48	744,537.34
Cebolla	602	602	26.96	16,229	2,922.25	47,425,182.79
Chicharo	9	9	6.56	59	9,227.85	544,442.93
Chile verde	92	92	9.41	866	5,420.28	4,693,966.69

**AÑO AGRICOLA 1999-2000**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
Cilantro	5	5	7.60	38	3,836.98	145,805.23
Coliflor	90	90	11.18	1,006	4,538.55	4,565,782.18
Frijol	1,340	1,340	1.94	2,597	11,187.08	29,052,858.38
Garbanzo	69	69	2.13	147	7,822.07	1,149,844.86
Gladiola	12	12	11.00	132	4,653.36	614,243.31
Jitomate	131	131	24.68	3,233	5,772.64	18,662,960.77
Lechuga	287	287	14.81	4,251	1,682.63	7,152,847.79
Maíz Grano	6,470	6,470	8.65	55,996	2,159.21	120,907,140.55
Pepino	13	13	11.23	146	3,331.29	486,369.02
Rábano	3	3	5.00	15	3,102.24	46,533.58
Sorgo Grano	29,023	29,023	8.49	246,289	1,658.25	408,409,673.27
Tomate de cáscara	46	46	12.70	584	5,862.41	3,423,649.49
Zanahoria	74	74	27.55	2,039	1,307.69	2,666,382.11
Zempoalxochitl	3	3	15.00	45	2,792.02	125,640.68

**AÑO AGRICOLA 2000-2001**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	122,204	122,204	9.96	1,217,052	2,097.01	2,552,165,807.29
<b>Otoño-Invierno</b>	26,702	26,702	8.79	234,625	2,564.83	601,771,024.91
Ajo	784	784	9.59	7,519	7,371.46	55,425,108.20
Anís	13	13	1.80	23	11,194.87	261,400.31
Apio	60	60	32.52	1,951	3,776.19	7,368,857.76
Avena	261	261	11.99	3,130	1,251.39	3,917,363.91
Brócoli	2,876	2,876	12.60	36,225	4,217.75	152,786,446.31
Calabacita	26	26	15.18	395	5,879.17	2,320,507.40
Calabaza	8	8	23.60	195	2,005.69	391,408.84
Cebada	9,537	9,537	5.66	53,987	2,273.78	122,754,455.70
Cebolla	1,071	1,071	28.88	30,935	1,751.01	54,168,280.29
Chícharo	29	29	4.62	134	7,295.45	977,590.60
Chile verde	6	6	10.08	61	4,482.88	271,214.54
Cilantro	20	20	5.35	107	5,748.41	615,079.80
Col	17	17	35.00	595	1,188.56	707,193.20
Coliflor	163	163	13.79	2,248	2,543.84	5,718,563.30
Frijol	287	287	2.04	585	13,081.68	7,650,166.44
Garbanzo	287	287	2.25	645	5,846.47	3,772,846.01
Jitomate	73	73	13.93	1,017	4,599.10	4,677,280.74
Lechuga	472	472	30.22	14,263	1,087.33	15,508,359.11
Maíz Elotero	3	3	3.50	11	3,119.97	32,759.69
Maíz Grano	7	7	6.57	46	2,057.37	94,639.09
Melón	1	1	20.00	20	2,525.69	50,513.80
Otras Flores	1	1	10.00	10	2,228.55	22,285.50
Rábano	7	7	5.00	35	3,714.25	129,998.75
Sandía	57	57	35.00	1,995	1,782.84	3,556,765.80
Tomate de cáscara	289	289	7.96	2,298	4,846.02	11,138,373.00
Trigo Grano	9,969	9,969	6.51	64,926	1,990.24	129,217,339.19
Zanahoria	378	378	29.80	11,269	1,618.30	18,236,227.63
<b>Perenes</b>	7,653	7,653	25.74	197,023	2,428.42	478,453,542.87
Alfalfa Achicalada	5,761	5,761	27.63	159,204	1,570.70	250,060,893.26
Caña de Azúcar	10	10	96.00	960	742.85	713,136.00
Chayote	15	15	34.00	510	2,599.98	1,325,987.25
Durazno	2	2	2.40	5	7,428.50	35,656.80
Espárrago	860	860	3.71	3,190	20,884.16	66,620,459.41
Fresa	589	589	27.05	15,934	8,626.23	137,449,498.36
Guayabo	17	17	2.09	36	7,829.14	278,717.32
Limón	1	1	8.00	8	1,485.70	11,885.60
Otros Frutales	4	4	8.00	32	5,942.80	190,169.60
Otros Industriales	126	126	20.13	2,537	3,624.42	9,195,145.87
Otros Pastos	12	12	30.00	360	2,079.98	748,792.80
Papayo	1	1	20.00	20	3,714.25	74,285.00
Rye Grass	251	251	56.65	14,220	813.69	11,570,631.60
Vid (Mesa)	4	4	2.00	8	22,285.50	178,284.00

**AÑO AGRICOLA 2000-2001**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Primavera-Verano</b>	65,791	65,791	8.76	576,341	1,768.94	1,019,514,396.51
Avena	113	113	13.81	1,561	3,433.26	5,359,321.04
Brócoli	360	360	11.65	4,196	5,288.76	22,188,988.93
Cacahuete	608	608	3.64	2,213	11,817.35	26,148,260.57
Calabacita	142	142	9.11	1,293	3,366.71	4,353,661.85
Calabaza	27	27	32.04	865	1,648.87	1,426,272.00
Camote	214	214	12.81	2,742	5,531.01	15,166,025.60
Cebada	105	105	5.80	610	2,236.72	1,363,278.32
Cebolla	317	317	30.71	9,735	2,041.27	19,871,225.61
Chile verde	375	375	10.16	3,810	4,670.81	17,793,931.76
Cilantro	35	35	6.34	222	4,979.10	1,105,360.80
Coliflor	1	1	11.00	11	1,916.55	21,082.08
Frijol	1,981	1,981	1.53	3,038	8,773.38	26,653,101.43
Garbanzo	130	130	1.95	254	9,024.81	2,288,691.14
Gladiola	7	7	9.00	63	5,942.80	374,396.40
Jitomate	161	161	22.03	3,557	2,167.04	7,708,766.06
Lechuga	48	48	28.00	1,344	1,050.38	1,411,712.14
Maíz Grano	10,671	10,671	8.89	94,871	2,101.51	199,371,272.55
Melón	9	9	21.22	191	2,331.23	445,264.29
Pepino	30	30	11.62	349	4,572.20	1,593,413.25
Rábano	1	1	5.00	5	3,714.25	18,571.25
Sandía	30	30	18.07	542	1,831.08	992,447.60
Sorgo Grano	48,987	48,987	8.86	434,108	1,458.88	633,310,798.49
Tomate de cáscara	885	885	4.00	3,536	4,984.91	17,626,641.94
Trigo Grano	381	381	7.18	2,736	2,003.74	5,482,233.00
Zanahoria	173	173	25.96	4,492	1,656.35	7,439,678.41
<b>Segundos Cultivos</b>	22,058	22,058	9.48	209,064	2,164.06	452,426,843.00
Ajo	62	62	10.23	634	3,916.06	2,482,782.98
Brócoli	483	483	10.55	5,096	6,979.16	35,565,964.30
Cacahuete	3	3	1.50	5	10,399.90	46,799.55
Calabacita	8	8	6.45	52	1,703.37	87,894.01
Cebolla	283	283	24.98	7,069	2,943.07	20,804,361.10
Chile verde	52	52	10.00	520	5,834.37	3,033,873.69
Cilantro	7	7	5.00	35	2,971.40	103,999.00
Coliflor	6	6	9.00	54	2,079.98	112,318.92
Frijol	196	196	1.76	345	11,206.09	3,863,859.99
Jitomate	40	40	16.75	670	9,614.03	6,441,400.92
Lechuga	83	83	23.82	1,977	1,592.58	3,148,526.64
Maíz Grano	5,381	5,381	9.43	50,751	2,090.16	106,078,111.48
Pepino	25	25	18.10	452	2,899.28	1,311,635.39
Sandía	3	3	19.33	58	1,716.24	99,541.90
Sorgo Grano	15,376	15,376	9.14	140,601	1,900.60	267,225,815.41
Tomate de cáscara	28	28	6.50	182	4,525.67	823,672.08
Zanahoria	22	22	25.64	564	2,121.07	1,196,285.64

**AÑO AGRICOLA 2001-2002**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	161,694	161,689	8.97	1,450,219	2,259.46	3,276,712,732.28
<b>Otoño-Invierno</b>	65,956	65,951	7.17	473,024	2,427.76	1,148,391,242.62
Ajo	522	522	9.96	5,198	10,092.66	52,462,852.37
Anís	4	4	2.50	10	18,272.44	182,724.43
Apio	20	20	23.50	470	1,399.59	657,807.96
Avena	218	218	11.38	2,481	1,553.13	3,853,693.45
Brócoli	2,702	2,702	13.59	36,723	4,024.90	147,805,214.57
Cacahuete	60	60	3.18	191	6,091.43	1,163,462.69
Calabacita	106	106	10.57	1,120	4,194.83	4,698,168.48
Calabaza	3	3	22.00	66	1,546.13	102,044.57
Camote	33	33	12.79	422	2,811.15	1,186,500.03
Cebada	41,745	41,745	6.21	259,227	2,188.27	567,259,384.97
Cebolla	827	827	21.62	17,879	2,032.90	36,347,193.15
Chícharo	2	2	5.15	10	1,686.69	17,372.88
Chile verde	209	209	11.92	2,492	2,754.18	6,863,410.85
Cilantro	24	24	5.36	129	10,388.35	1,336,980.63
Col	68	68	24.00	1,632	8,383.92	13,682,554.04
Coliflor	18	18	10.29	185	2,007.04	371,703.67
Frijol	2,008	2,008	1.80	3,618	11,313.24	40,928,262.57
Garbanzo	649	649	2.20	1,428	4,384.44	6,260,110.16
Gladiola	1	1	4.00	4	7,027.86	28,111.45
Haba	3	3	3.33	10	4,287.00	42,869.96
Jitomate	58	58	30.00	1,740	1,549.80	2,696,647.95
Lechuga	865	865	22.44	19,410	1,733.23	33,641,358.96
Maíz Grano	271	271	8.69	2,354	1,896.71	4,465,768.30
Melón	2	2	10.00	20	3,654.49	73,089.77
Otras Hortalizas	7	7	10.00	70	3,513.93	245,975.20
Otros Industriales	5	5	6.00	30	4,216.72	126,501.53
Pepino	1	1	7.00	7	2,108.36	14,758.51
Rábano	9	9	3.50	31	3,513.93	110,583.42
Sandía	20	20	17.95	359	1,954.66	701,743.53
Tomate de cáscara	567	567	11.13	6,311	4,670.35	29,474,876.43
Trigo Grano	14,515	14,510	6.83	99,094	1,781.47	176,533,663.80
Zanahoria	414	414	24.88	10,302	1,461.40	15,055,852.34
<b>Perenes</b>	7,926	7,926	24.66	195,484	2,502.23	489,147,367.97
Alfalfa Achicalada	6,242	6,242	27.29	170,334	1,691.15	288,061,592.52
Caña de Azúcar	6	6	78.00	468	702.79	328,903.98
Chayote	19	19	69.74	1,325	1,777.52	2,355,212.53
Durazno	2	2	3.00	6	8,433.44	50,600.61
Espárrago	785	785	2.97	2,330	23,126.50	53,873,181.75
Fresa	515	515	26.86	13,833	9,239.15	127,805,199.66
Guayabo	22	22	2.40	53	5,688.72	300,933.09
Nopal	132	132	19.15	2,528	3,522.43	8,902,952.87

**AÑO AGRICOLA 2001-2002**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
Otros Frutales	10	10	4.50	45	9,839.01	442,755.36
Rye Grass	187	187	23.92	4,473	1,217.25	5,444,766.46
Vid (Mesa)	6	6	15.00	90	17,569.66	1,581,269.14
<b>Primavera-Verano</b>	<b>24,135</b>	<b>24,135</b>	<b>8.30</b>	<b>200,213</b>	<b>2,329.21</b>	<b>466,337,176.78</b>
Ajo	50	50	10.50	525	5,287.63	2,776,005.82
Avena	28	28	8.86	248	1,712.33	424,658.61
Brócoli	224	224	9.90	2,219	11,490.66	25,492,026.32
Cacahuete	436	436	2.16	941	10,516.22	9,895,871.82
Calabacita	111	111	9.77	1,085	3,895.57	4,226,697.27
Calabaza	3	3	10.00	30	2,108.36	63,250.77
Camote	154	154	16.34	2,516	3,160.86	7,952,729.59
Cebada	240	240	6.12	1,469	2,242.59	3,293,242.47
Cebolla	244	244	26.68	6,510	2,430.87	15,825,522.16
Chícharo	222	222	5.17	1,147	8,105.06	9,300,123.74
Chile verde	63	63	7.61	480	3,983.26	1,910,173.12
Cilantro	11	11	6.36	70	7,780.85	544,659.37
Frijol	2,361	2,361	1.70	4,003	8,828.74	35,340,560.70
Garbanzo	127	127	2.00	254	2,690.66	683,428.82
Jícama	1	1	25.00	25	1,967.80	49,195.04
Jitomate	82	82	15.05	1,235	3,698.10	4,565,299.70
Lechuga	151	151	22.28	3,364	1,832.92	6,166,387.41
Maíz Grano	6,819	6,819	8.16	55,609	2,051.99	114,109,145.95
Melón	3	3	10.00	30	2,811.15	84,334.35
Pepino	11	11	16.27	179	2,675.30	478,878.57
Rábano	1	1	4.50	5	3,513.93	15,812.69
Sandía	158	158	21.08	3,331	1,473.36	4,907,767.46
Sorgo Grano	11,715	11,715	8.84	103,589	1,905.98	197,438,060.22
Tomate de cáscara	295	295	16.63	4,906	2,135.69	10,477,137.92
Trigo Grano	469	469	6.35	2,979	1,708.09	5,087,540.19
Zanahoria	156	156	22.22	3,466	1,508.56	5,228,666.70
<b>Segundos Cultivos</b>	<b>63,677</b>	<b>63,677</b>	<b>9.13</b>	<b>581,498</b>	<b>2,016.92</b>	<b>1,172,836,944.90</b>
Ajo	125	125	9.20	1,151	10,866.28	12,501,654.37
Apio	24	24	10.00	240	4,216.72	1,012,012.25
Avena	1	1	6.00	6	983.90	5,903.40
Brócoli	218	218	9.88	2,153	5,431.33	11,694,307.54
Cacahuete	39	39	1.04	41	6,490.01	263,818.94
Calabaza	3	3	25.00	75	1,405.57	105,417.94
Camote	6	6	13.00	78	2,270.54	177,102.14
Cebolla	371	371	25.64	9,511	2,623.02	24,948,575.74
Chile verde	24	24	9.00	216	3,279.67	708,408.57
Cilantro	11	11	10.00	110	5,460.65	600,671.44

**AÑO AGRICOLA 2001-2002**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
Coliflor	14	14	7.07	99	5,813.96	575,581.97
Frijol	721	721	1.39	1,005	8,055.55	8,095,662.26
Garbanzo	3	3	2.10	6	5,481.73	34,534.92
Jitomate	32	32	12.25	392	7,682.60	3,011,579.78
Lechuga	169	169	24.97	4,219	1,675.90	7,071,228.97
Maíz Grano	15,001	15,001	8.52	127,832	2,090.10	267,180,534.36
Otras Hortalizas	10	10	18.00	180	6,325.08	1,138,513.78
Otros Forrajes	9	9	30.00	270	1,405.57	379,504.59
Rábano	6	6	5.60	34	2,811.15	94,454.48
Sandía	1	1	14.00	14	4,216.72	59,034.05
Sorgo Grano	46,775	46,775	9.21	430,971	1,919.31	827,166,865.04
Tomate de cáscara	20	20	15.00	300	2,951.70	885,510.72
Zanahoria	94	94	27.62	2,596	1,974.60	5,126,067.63



**AÑO AGRICOLA 2002-2003**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	168,119	161,768	7.98	1,290,203	2,242.85	2,893,731,930.75
<b>Otoño-Invierno</b>	75,370	74,770	6.28	469,204	2,512.21	1,178,741,010.85
Ajo	600	600	11.22	6,731	8,177.69	55,040,129.92
Anís	10	10	2.50	25	17,573.63	439,340.70
Apio	18	18	11.00	198	4,461.00	883,277.58
Avena	289	289	9.09	2,626	2,887.91	7,583,628.82
Betabel	1	1	28.00	28	2,703.64	75,701.78
Brócoli	2,770	2,770	12.24	33,905	3,914.16	132,707,857.16
Cacahuete	25	25	3.94	99	11,003.93	1,083,887.31
Calabacita	79	70	13.99	979	3,436.34	3,365,484.95
Calabaza	8	8	13.88	111	1,351.82	150,051.75
Camote	29	29	16.24	471	3,513.00	1,654,692.26
Cebada	55,365	54,890	5.41	296,845	2,201.11	653,389,474.99
Cebolla	813	782	24.04	18,800	3,891.71	73,164,266.74
Chícharo	14	14	6.71	94	8,082.14	759,721.46
Chile verde	27	27	9.31	251	6,525.19	1,640,498.18
Cilantro	52	52	18.50	962	7,184.53	6,910,085.73
Col	54	54	39.72	2,145	955.34	2,049,009.33
Coliflor	47	47	13.96	656	3,925.63	2,575,212.42
Frijol	709	709	0.93	659	8,061.97	5,315,420.93
Garbanzo	220	220	4.25	934	2,894.40	2,703,134.91
Haba	7	7	2.30	16	3,413.13	54,951.38
Jitomate	3	3	21.33	64	4,942.58	316,325.30
Lechuga	1,228	1,228	23.14	28,420	2,018.03	57,352,893.72
Maíz Grano	100	100	11.02	1,102	1,854.31	2,042,893.71
Melón	3	3	3.00	9	4,055.45	36,499.07
Rábano	8	8	7.34	59	4,055.45	238,055.07
Sandía	3	3	21.33	64	2,703.64	173,032.65
Tomate de cáscara	366	359	11.11	3,988	5,426.82	21,640,031.48
Trigo Grano	12,158	12,080	4.67	56,411	2,053.16	115,821,401.23
Zanahoria	364	364	34.49	12,553	2,355.90	29,574,050.33
<b>Perenes</b>	7,202	7,129	22.82	162,688	2,409.43	391,984,626.69
Alfalfa Achicalada	5,616	5,549	23.98	133,047	1,523.02	202,633,164.34
Caña de Azúcar	10	10	108.30	1,083	1,351.82	1,464,045.43
Chayote	19	19	10.00	190	1,081.45	205,476.27
Durazno	3	3	2.97	9	8,110.91	72,187.06
Espárrago	677	677	2.67	1,806	27,469.34	49,604,133.63
Fresa	440	440	32.37	14,242	8,313.93	118,407,050.35
Guayabo	15	15	2.21	33	8,110.91	268,795.40
Otros Industriales	174	172	9.31	1,601	5,447.38	8,721,250.87
Otros Pastos	4	0			0.00	0.00
Rye Grass	240	240	44.24	10,617	956.57	10,155,934.83
Vid (Mesa)	4	4	15.00	60	7,543.14	452,588.51

**AÑO AGRICOLA 2002-2003**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (\$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Primavera-Verano</b>	14,757	14,579	9.20	134,059	2,389.44	320,324,549.91
Acelga	1	1	8.00	8	8,110.91	64,887.24
Ajo	24	24	9.38	225	7,272.78	1,636,375.14
Avena	15	15	14.20	213	2,870.23	611,359.48
Brócoli	253	253	12.95	3,276	6,027.35	19,746,809.93
Cacahuete	264	259	3.68	954	13,422.68	12,806,578.67
Calabacita	89	89	22.70	2,021	2,835.54	5,729,205.52
Camote	181	181	19.36	3,504	4,055.45	14,208,683.82
Cebada	280	280	5.42	1,518	2,180.79	3,310,131.81
Cebolla	118	118	22.78	2,688	2,280.31	6,130,472.28
Chile verde	151	151	7.99	1,207	6,622.12	7,993,499.90
Cilantro	24	24	8.90	214	4,073.81	869,759.41
Coliflor	36	35	18.00	630	2,568.45	1,618,125.60
Frijol	1,212	1,212	1.09	1,326	7,626.76	10,115,900.76
Garbanzo	86	86	4.55	392	2,364.11	925,596.23
Jitomate	5	5	23.60	118	4,055.45	478,543.41
Lechuga	93	93	21.21	1,972	2,649.89	5,226,167.17
Maíz Grano	5,385	5,241	9.10	47,694	2,104.02	100,348,068.44
Melón	1	1	15.00	15	1,351.82	20,277.26
Pepino	19	17	17.03	290	3,680.49	1,065,502.59
Sandía	9	9	18.33	165	2,396.40	395,406.63
Sorgo Grano	6,042	6,016	9.78	58,824	1,691.67	99,511,015.44
Tomate de cáscara	289	289	10.91	3,152	5,556.18	17,511,525.55
Trigo Grano	72	72	5.43	391	2,292.55	897,004.61
Zanahoria	108	108	30.21	3,263	2,790.03	9,103,653.02
<b>Segundos Cultivos</b>	70,790	65,290	8.03	524,252	1,912.60	1,002,681,743.29
Brócoli	9	9	9.00	81	10,814.54	875,977.77
Cacahuete	11	11	3.77	42	12,353.66	512,676.80
Calabacita	14	14	8.26	116	3,505.84	405,274.90
Camote	15	15	12.00	180	3,379.54	608,317.89
Cebolla	150	132	21.26	2,806	2,497.66	7,007,937.04
Chícharo	6	6	8.00	48	12,166.36	583,985.18
Chile verde	56	48	9.15	439	4,402.48	1,934,450.90
Cilantro	1	1	10.00	10	4,055.45	40,554.53
Frijol	154	145	2.02	293	8,771.79	2,573,820.05
Garbanzo	2	2	3.50	7	8,110.91	56,776.34
Lechuga	90	86	22.98	1,976	1,377.99	2,722,803.86
Maíz Grano	16,547	16,238	8.37	135,905	2,112.99	287,165,697.51
Melón	3	3	12.00	36	5,407.27	194,661.73
Pepino	17	17	23.82	405	4,322.48	1,750,603.72
Rábano	9	8	5.00	40	5,069.32	202,772.63
Sandía	1	1	21.00	21	2,703.64	56,776.34
Sorgo Grano	53,645	48,496	7.84	380,304	1,819.97	692,141,843.00
Tomate de cáscara	22	22	9.66	213	4,296.19	913,369.04
Zanahoria	36	36	36.94	1,330	2,205.60	2,933,444.07

**AÑO AGRICOLA 2003-2004**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	166,622	166,619	9.27	1,544,125	2,151.89	3,322,791.11
<b>Otoño-Invierno</b>	77,106	77,104	7.32	564,530	2,517.77	1,421,357.26
Ajo	528	528	8.96	4,729	8,910.55	42,139.68
Anís	5	5	2.20	11	17,290.56	190.20
Apio	3	3	11.00	33	3,855.33	127.23
Avena	210	210	16.01	3,361	1,895.57	6,371.44
Betabel	1	1	26.00	26	2,441.71	63.48
Brócoli	3,013	3,013	13.41	40,419	3,508.63	141,816.51
Cacahuete	21	21	2.71	57	18,769.36	1,069.85
Calabacita	41	41	11.85	486	3,538.28	1,719.60
Calabaza	3	3	6.67	20	3,212.77	64.26
Camote	22	22	14.52	320	2,523.83	806.36
Cebada	45,201	45,201	6.62	299,262	2,369.98	709,244.56
Cebolla	875	875	21.43	18,750	2,805.86	52,609.07
Chícharo	12	12	8.00	96	12,851.09	1,233.71
Chile verde	100	100	8.13	813	3,810.26	3,097.74
Cilantro	48	48	12.20	585	5,741.96	3,361.34
Col	45	45	60.00	2,700	1,028.09	2,775.84
Coliflor	117	117	15.75	1,843	3,498.50	6,447.73
Frijol	425	425	2.07	882	6,901.42	6,084.82
Garbanzo	243	243	5.47	1,330	2,565.85	3,411.84
Jitomate	9	9	22.33	201	5,124.45	1,030.02
Lechuga	839	839	17.12	14,367	1,843.77	26,490.07
Maíz Elotero	197	197	21.79	4,292	731.23	3,140.08
Maíz Grano	1	1	9.00	9	2,030.47	18.27
Melón	1	1	9.00	9	4,203.74	37.83
Otras Hortalizas	1	0	0.00	0	0.00	0.00
Pepino	4	4	7.50	30	1,285.11	38.55
Rábano	8	7	18.00	126	3,855.33	485.77
Sandía	40	40	22.40	896	2,155.19	1,931.06
Tomate de cáscara	576	576	8.60	4,954	2,800.22	13,871.69
Trigo Grano	24,051	24,051	6.32	151,998	2,324.92	353,384.12
Zanahoria	466	466	25.59	11,925	3,211.26	38,294.53
<b>Perenes</b>	5,417	5,416	30.04	162,696	2,171.45	353,286.53
Aguacate	25	25	7.50	188	7,068.10	1,325.27
Alfalfa Achicalada	3,977	3,976	33.11	131,628	1,402.05	184,548.72
Caña de Azúcar	7	7	113.44	794	664.11	527.37
Chayote	10	10	11.80	118	3,855.33	454.93
Durazno	4	4	2.80	11	7,710.66	86.36
Espárrago	513	513	7.51	3,851	3,072.05	11,829.15

**AÑO AGRICOLA 2003-2004**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
Fresa	456	456	34.74	15,840	8,638.59	136,834.62
Guayabo	17	17	2.52	43	10,280.88	440.02
Nopal	189	189	8.66	1,636	5,746.16	9,401.92
Otros Frutales	4	4	2.50	10	7,196.61	71.97
Rye Grass	212	212	40.26	8,535	873.36	7,454.16
Vid (Mesa)	3	3	14.20	43	7,325.12	312.05
<b>Primavera-Verano</b>	<b>15,966</b>	<b>15,966</b>	<b>9.96</b>	<b>159,055</b>	<b>2,127.80</b>	<b>338,436.90</b>
Ajo	124	124	10.41	1,291	7,855.19	10,141.06
Alcachofa	8	8	9.00	72	9,638.32	693.96
Apio	9	9	12.35	111	3,855.33	428.52
Avena	15	15	9.60	144	1,129.83	162.69
Betabel	2	2	24.00	48	2,827.24	135.71
Brócoli	407	407	14.77	6,010	3,415.43	20,526.42
Cacahuete	218	218	5.42	1,182	13,856.69	16,373.07
Calabacita	88	88	15.51	1,365	3,660.39	4,995.73
Calabaza	5	5	12.00	60	3,212.77	192.77
Camote	97	97	15.60	1,513	2,391.54	3,618.64
Cebada	620	620	6.14	3,808	2,271.56	8,651.00
Cebolla	103	103	28.34	2,919	2,359.50	6,887.37
Chile verde	285	285	8.27	2,358	5,124.25	12,083.39
Cilantro	43	43	18.52	796	5,760.21	4,586.28
Coliflor	51	51	18.35	936	3,212.77	3,006.67
Frijol	322	322	2.21	712	7,784.93	5,540.15
Garbanzo	142	142	5.70	809	2,210.99	1,789.40
Jitomate	46	46	18.39	846	3,858.37	3,264.18
Lechuga	322	322	22.41	7,216	1,325.27	9,562.57
Maíz Grano	6,511	6,511	9.05	58,952	1,879.11	110,777.48
Melón	2	2	8.00	16	3,855.33	61.69
Pepino	13	13	12.08	157	1,651.73	259.32
Rábano	6	6	5.47	33	4,090.41	134.17
Sandía	7	7	25.43	178	2,189.02	389.65
Sorgo Grano	5,792	5,792	9.57	55,432	1,599.68	88,672.96
Tomate de cáscara	404	404	16.03	6,477	1,870.01	12,112.30
Trigo Grano	163	163	6.97	1,136	2,346.58	2,665.31
Zanahoria	161	161	27.82	4,479	2,394.38	10,724.44

**AÑO AGRICOLA 2003-2004**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Segundos Cultivos</b>	68,133	68,133	9.66	657,844	1,838.90	1,209,710.42
Alcachofa	9	9	8.50	77	8,995.77	688.18
Brócoli	344	344	12.29	4,228	3,595.49	15,200.21
Calabacita	5	5	9.80	49	3,540.48	173.48
Camote	23	23	11.58	266	2,772.83	738.68
Cebolla	142	142	20.94	2,973	2,302.66	6,845.88
Chile verde	89	89	30.76	2,738	3,225.45	8,831.27
Cilantro	4	4	8.20	33	3,341.28	109.59
Coliflor	66	66	27.00	1,782	3,726.82	6,641.19
Frijol	33	33	2.67	88	9,801.88	862.55
Jitomate	20	20	15.00	300	3,855.33	1,156.60
Lechuga	308	308	17.65	5,436	1,534.68	8,341.77
Maíz Grano	19,532	19,532	10.25	200,273	1,956.61	391,855.58
Sandía	2	2	22.00	44	1,542.13	67.85
Sorgo Grano	47,533	47,533	9.24	439,040	1,747.26	767,115.72
Tomate de cáscara	7	7	14.60	102	1,670.64	170.74
Zanahoria	16	16	25.99	416	2,190.71	911.11

**AÑO AGRICOLA 2004-2005**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	173,549	173,549	9.09	1,577,353	2,109.17	3,326,904.87
<b>Otoño-Invierno</b>	76,417	76,417	7.45	569,029	2,453.57	1,396,153.48
Ajo	424	424	10.88	4,612	10,108.48	46,622.11
Anís	4	4	2.00	8	16,167.59	123.20
Apio	5	5	11.00	56	3,942.40	221.17
Avena	123	124	14.31	1,768	2,214.79	3,916.22
Brócoli	2,197	2,197	15.96	35,071	3,670.10	128,712.58
Cacahuete	43	43	2.84	121	13,966.09	1,695.48
Calabacita	10	10	10.48	107	2,667.07	285.11
Calabaza	1	1	12.00	12	1,243.66	14.92
Camote	89	89	9.05	806	2,487.32	2,003.54
Cebada	30,072	30,072	6.39	192,016	2,366.80	454,464.89
Cebolla	681	681	23.36	15,900	2,650.47	42,141.65
Chícharo	1	1	8.00	8	12,436.61	99.49
Chile seco	14	14	5.26	74	7,461.97	549.20
Chile verde	76	76	8.65	658	6,103.50	4,016.71
Cilantro	71	71	16.79	1,184	5,902.86	6,991.20
Col	48	48	50.00	2,400	1,989.86	4,775.66
Coliflor	370	370	15.10	5,595	3,438.56	19,238.99
Ejote	2	2	9.00	14	4,352.81	58.76
Frijol	551	551	1.93	1,064	12,280.96	13,065.53
Garbanzo	246	246	2.67	658	5,024.74	3,304.57
Haba	1	1	2.00	3	3,730.98	10.60
Jitomate	17	17	17.47	297	5,389.20	1,600.59
Lechuga	898	898	19.34	17,374	2,053.76	35,682.22
Maíz Elotero	181	181	17.01	3,079	1,243.66	3,829.23
Maíz Grano	3	3	6.98	21	1,937.62	41.39
Melón	2	2	15.00	26	1,776.66	46.64
Otras Especies	3	3	2.00	6	3,730.98	22.39
Otras Hortalizas	7	7	15.00	108	4,352.81	470.10
Rábano	4	4	17.00	60	3,730.98	225.16
Sandía	9	9	16.12	145	3,005.67	435.94
Tomate de cáscara	302	302	14.11	4,259	3,817.98	16,261.03
Trigo Grano	39,540	39,541	6.74	266,505	2,155.22	574,378.15
Zanahoria	423	423	35.52	15,015	2,054.62	30,849.05

**AÑO AGRICOLA 2004-2005**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Perenes</b>	5,248	5,248	32.17	168,844	2,547.85	430,189.23
Aguacate	3	3	8.00	24	9,949.29	239.58
Alfalfa	2,980	2,980	41.53	123,750	1,325.74	164,009.11
Alfalfa Achicalada	610	610	10.50	6,412	3,236.01	20,750.99
Caña de Azúcar	7	7	114.37	806	621.83	501.38
Chayote	15	15	12.00	180	3,730.98	671.58
Durazno	3	3	2.80	8	7,461.97	62.68
Espárrago	637	637	5.08	3,235	22,996.38	74,394.91
Fresa	432	432	34.26	14,787	9,204.02	136,099.38
Guayabo	11	11	2.15	24	6,123.45	144.51
Nopal	221	221	22.81	5,032	4,317.81	21,729.26
Otros Forrajes	5	5	4.00	20	3,730.98	74.62
Otros Frutales	3	3	2.50	7	9,327.46	64.13
Otros Pastos	319	319	45.53	14,505	761.42	11,044.17
Vid (Mesa)	3	3	18.00	54	7,461.97	402.95
<b>Primavera-Verano</b>	16,551	16,551	9.04	149,658	2,081.79	311,556.05
Ajo	108	108	10.30	1,116	10,571.12	11,797.42
Avena	32	32	11.38	361	1,414.22	510.18
Betabel	2	2	21.00	32	3,482.25	109.69
Brócoli	96	96	18.45	1,771	3,427.25	6,071.03
Cacahuete	366	366	4.24	1,550	12,170.96	18,868.40
Calabacita	33	33	9.18	299	3,497.67	1,044.05
Camote	99	99	16.32	1,616	3,688.66	5,961.24
Cebada	71	71	5.66	400	2,368.45	947.02
Cebolla	175	175	20.16	3,527	2,178.60	7,684.58
Chícharo	2	2	12.00	24	4,352.81	104.47
Chile seco	22	22	6.55	144	4,745.81	684.31
Chile verde	58	58	12.37	711	4,061.80	2,887.24
Cilantro	21	21	10.10	212	2,487.32	527.56
Col	1	1	30.00	30	1,989.86	59.70
Coliflor	35	35	15.07	520	3,501.38	1,820.72
Frijol	347	347	2.02	702	11,516.17	8,079.25
Garbanzo	81	81	4.17	337	3,856.21	1,298.66
Jitomate	36	36	21.94	790	4,191.65	3,310.56
Lechuga	9	9	20.20	186	1,452.23	269.82
Maíz Grano	8,924	8,924	8.55	76,338	1,702.50	129,965.01
Melón	4	4	15.76	65	2,487.32	160.68
Pepino	5	5	11.20	56	1,812.19	101.48
Rábano	2	2	13.00	29	3,558.78	101.78
Sandía	4	4	9.26	38	3,730.98	139.91
Sorgo Grano	5,197	5,196	9.22	47,897	1,639.86	78,543.71
Tomate de cáscara	350	350	16.98	5,937	3,601.85	21,384.77
Trigo Grano	400	400	6.82	2,727	1,911.70	5,212.93
Zanahoria	74	74	30.38	2,246	1,740.51	3,909.88

**AÑO AGRICOLA 2004-2005**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Segundos Cultivos</b>	75,334	75,333	9.16	689,821	1,723.64	1,189,006.11
Ajo	10	10	9.00	90	6,093.94	548.45
Brócoli	139	139	10.97	1,523	4,106.89	6,253.16
Cacahuete	40	40	3.48	138	14,781.94	2,039.24
Calabacita	21	21	9.00	192	5,757.85	1,105.79
Calabaza	1	1	8.00	8	1,865.49	14.92
Camote	4	4	4.60	18	3,730.98	68.65
Cebolla	178	178	22.43	3,990	2,440.39	9,736.43
Chícharo	5	5	8.00	40	12,436.61	497.46
Chile verde	60	60	23.04	1,371	3,383.68	4,637.97
Cilantro	8	8	9.23	73	3,730.98	271.99
Coliflor	3	3	18.50	56	3,730.98	207.07
Frijol	74	74	2.47	182	12,429.77	2,260.98
Jitomate	4	4	15.00	60	7,461.97	447.72
Lechuga	131	131	18.12	2,370	2,048.83	4,855.37
Maíz Grano	31,353	31,352	9.29	291,274	1,787.09	520,533.95
Pepino	3	3	12.00	30	1,616.76	48.50
Sorgo Grano	43,252	43,252	8.96	387,449	1,633.68	632,968.77
Tomate de cáscara	35	35	12.55	444	3,577.81	1,587.55
Zanahoria	15	15	34.67	515	1,791.21	922.11



**AÑO AGRICOLA 2005-2006**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	126,960	126,960	9.76	1,239,523	2,351.65	2,914,929.47
<b>Otoño-Invierno</b>	54,772	54,772	7.85	430,107	2,442.97	1,050,740.19
Ajo	412	412	8.54	3,514	11,267.30	39,594.45
Apio	4	4	15.00	60	4,183.26	251.00
Avena	209	209	25.27	5,288	1,413.94	7,478.22
Brócoli	2,607	2,607	14.22	37,070	3,599.99	133,448.20
Cacahuete	20	20	3.86	76	11,952.16	910.92
Calabacita	1	1	20.00	19	3,585.65	66.69
Camote	25	25	40.00	1,000	3,585.65	3,585.65
Cebada	21,229	21,229	6.61	140,385	2,194.42	308,137.77
Cebolla	596	596	24.67	14,701	2,728.68	40,113.57
Chícharo	4	4	7.00	28	7,171.30	200.80
Chile seco	38	38	5.93	225	17,928.24	4,041.03
Chile verde	2	2	20.00	40	4,780.86	191.23
Cilantro	11	11	17.96	199	2,664.14	531.23
Col	49	49	43.16	2,115	1,948.20	4,119.91
Coliflor	156	156	13.77	2,143	3,678.88	7,884.03
Colza	5	5	2.35	11	4,183.26	45.42
Frijol	188	188	2.04	384	9,364.52	3,597.35
Garbanzo	273	273	2.42	661	4,843.02	3,199.70
Lechuga	647	647	23.21	15,011	2,874.49	43,140.05
Maíz Grano	6	6	8.03	48	2,438.24	117.42
Sandía	25	25	26.10	660	3,578.48	2,363.61
Tomate de cáscara	345	345	16.22	5,591	3,883.26	21,709.45
Trigo Grano	27,650	27,650	7.03	194,320	2,131.07	414,132.09
Zanahoria	270	270	24.26	6,558	1,811.95	11,880.41
<b>Perenes</b>	5,242	5,242	37.77	198,010	1,829.14	362,188.55
Aguacate	3	3	10.00	30	14,342.59	430.28
Alfalfa	3,698	3,698	44.47	164,460	577.29	94,893.43
Alfalfa Achicalada	153	153	15.00	2,295	1,374.50	3,154.47
Caña de Azúcar	5	5	110.65	559	621.51	347.13
Chayote	12	12	15.00	180	3,585.65	645.42
Durazno	1	1	3.20	3	7,768.90	24.86
Espárrago	611	611	7.97	4,869	25,291.97	123,132.31
Fresa	375	375	39.42	14,776	8,235.04	121,686.83
Guayabo	13	13	2.08	27	5,497.99	148.45
Nopal	154	154	11.10	1,705	3,476.88	5,928.81
Otros Pastos	85	85	47.88	4,070	1,054.18	4,288.44
Rye Grass	130	130	38.47	5,012	1,428.28	7,159.61
Vid (Mesa)	2	2	12.15	24	14,342.59	348.53

**AÑO AGRICOLA 2005-2006**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Primavera-Verano</b>	36,902	36,902	9.53	351,505	2,571.80	904,001.16
Ajo	42	42	7.00	292	21,334.61	6,235.04
Avena	17	17	29.80	506	653.78	330.87
Brócoli	609	609	21.49	13,080	3,571.31	46,716.80
Cacahuate	624	624	3.74	2,335	5,158.55	12,044.30
Calabacita	58	58	22.08	1,281	3,720.71	4,764.85
Camote	212	212	31.82	6,744	3,925.09	26,469.56
Cebada	557	557	5.63	3,132	2,276.89	7,129.88
Cebolla	205	205	28.31	5,815	3,382.46	19,667.65
Chile verde	141	141	16.84	2,372	5,541.02	13,144.72
Cilantro	17	17	10.04	171	5,290.03	902.48
Coliflor	81	81	18.89	1,535	3,797.20	5,828.65
Frijol	1,523	1,523	2.06	3,136	8,538.62	26,777.71
Garbanzo	67	67	3.90	260	5,946.20	1,543.11
Jitomate	20	20	15.33	307	4,284.85	1,313.48
Lechuga	425	425	23.45	9,965	2,390.43	23,819.75
Maíz Grano	15,145	15,145	9.36	141,732	2,566.13	363,745.87
Otras Oleaginosas	6	6	5.00	30	3,585.65	107.57
Pepino	2	2	23.50	47	3,066.92	144.14
Sandía	13	13	27.09	360	3,020.31	1,088.10
Sorgo Grano	15,346	15,346	9.08	139,410	2,089.24	291,239.70
Tomate de cáscara	416	416	19.71	8,198	3,703.97	30,362.39
Trigo Grano	1,319	1,319	6.52	8,605	2,079.68	17,891.49
Zanahoria	57	57	38.46	2,192	1,246.61	2,733.05
<b>Segundos Cultivos</b>	30,044	30,044	8.65	259,901	2,300.87	597,999.57
Brócoli	26	26	22.00	572	4,302.78	2,461.19
Cebolla	65	65	27.79	1,815	2,805.17	5,091.19
Cilantro	3	3	18.93	57	3,585.65	203.63
Frijol	292	292	1.74	507	9,794.80	4,970.65
Jitomate	20	20	30.00	600	5,976.08	3,585.65
Lechuga	12	12	22.59	273	2,612.74	712.29
Maíz Grano	9,487	9,487	8.73	82,824	2,554.18	211,503.01
Sorgo Grano	20,124	20,124	8.60	172,975	2,132.27	368,902.75
Tomate de cáscara	4	4	17.38	70	3,682.46	255.90
Zanahoria	11	11	18.92	208	1,505.97	313.31

**AÑO AGRICOLA 2006-2007**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	162,082	162,080	8.88	1,439,606	2,990.66	4,305,367.07
<b>Otoño-Invierno</b>	66,152	66,152	7.98	528,091	3,968.70	2,095,836.80
Ajo	259	259	7.81	2,023	7,292.49	14,752.71
Avena	289	289	22.30	6,435	1,304.27	8,392.99
Brócoli	3,142	3,142	14.00	44,005	3,494.46	153,773.76
Cacahuete	11	11	5.93	63	8,762.23	552.02
Calabacita	35	35	22.83	800	2,358.89	1,887.11
Camote	43	43	31.35	1,351	2,559.08	3,457.31
Cebada	22,186	22,186	7.09	157,370	3,494.13	549,870.59
Cebolla	571	571	25.80	14,733	2,802.91	41,295.33
Chícharo	3	3	7.00	21	6,911.49	145.14
Chile Verde	4	4	7.00	27	8,336.02	225.07
Cilantro	38	38	12.54	475	1,928.40	915.99
Col	30	30	46.00	1,380	1,843.06	2,543.43
Coliflor	209	209	14.39	3,008	3,455.79	10,395.02
Frijol	249	249	2.05	511	8,430.03	4,307.75
Garbanzo	307	307	2.65	811	5,784.23	4,691.01
Jitomate	7	7	20.00	130	5,759.57	748.74
Lechuga	840	840	21.74	18,262	2,494.65	45,557.24
Maíz Grano	133	133	8.46	1,121	2,512.27	2,816.26
Tomate de Cáscara	377	377	22.68	8,551	2,717.48	23,237.15
Trigo Grano	37,071	37,071	6.94	257,271	4,655.99	1,197,851.91
Zanahoria	348	348	28.04	9,743	2,916.99	28,420.26
<b>Perenes</b>	5,745	5,743	20.86	119,814	2,393.65	286,792.22
Agave	2	0	0.00	0	0.00	0.00
Alfalfa	4,138	4,138	24.43	101,093	1,705.79	172,443.60
Caña de Azúcar	3	3	120.40	326	576.45	187.92
Chayote	11	11	13.68	157	2,284.31	358.64
Durazno	2	2	3.50	7	6,565.91	45.96
Espárrago	1,008	1,008	3.15	3,179	14,357.00	45,640.91
Fresa	247	247	33.32	8,216	7,095.57	58,297.22
Guayabo	11	11	3.60	39	5,795.02	226.01
Nopal	144	144	5.81	836	3,310.03	2,767.19
Rye Grass	175	175	33.89	5,930	1,114.62	6,609.69
Vid (Mesa)	4	4	8.00	31	6,938.24	215.09

**AÑO AGRICOLA 2006-2007**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Primavera-Verano</b>	25,207	25,207	8.94	225,399	2,487.20	560,611.29
Ajo	4	4	8.00	33	11,933.84	393.82
Anís	14	14	2.50	35	6,911.49	241.90
Apio	4	4	11.00	44	7,487.45	329.45
Avena	150	150	21.77	3,268	1,299.48	4,246.71
Brócoli	292	292	22.32	6,524	2,797.25	18,249.25
Cacahuete	331	331	8.91	2,946	5,252.27	15,473.19
Calabacita	19	19	24.37	462	2,229.83	1,030.18
Camote	115	115	30.45	3,508	2,494.58	8,750.98
Cebada	1,679	1,679	5.81	9,758	2,536.06	24,746.86
Cebolla	104	104	33.06	3,427	2,337.20	8,009.60
Chile Verde	108	108	17.75	1,917	7,808.59	14,969.06
Cilantro	28	28	10.21	283	1,207.68	341.77
Col	4	4	38.00	152	1,267.11	192.60
Frijol	535	535	2.05	1,099	7,816.86	8,590.73
Garbanzo	158	158	2.54	402	6,638.70	2,668.76
Jícama	1	1	20.00	26	1,151.91	29.95
Jitomate	24	24	20.28	493	5,754.78	2,837.11
Lechuga	16	16	25.63	410	1,848.68	757.96
Maíz Grano	7,471	7,471	9.16	68,470	2,437.50	166,895.34
Melón	1	1	22.40	11	1,407.43	15.48
Pepino	16	16	18.90	309	1,152.66	356.17
Sandía	6	6	21.19	122	2,223.48	271.26
Sorgo Grano	10,959	10,959	8.05	88,211	2,325.77	205,158.06
Tomate de Cáscara	479	479	28.10	13,447	2,136.56	28,730.33
Trigo Grano	2,586	2,586	6.72	17,383	2,534.69	44,060.44
Zanahoria	103	103	25.88	2,659	1,227.66	3,264.35
<b>Segundos Cultivos</b>	64,978	64,978	8.72	566,302	2,405.30	1,362,126.76
Brócoli	168	168	13.57	2,278	6,223.83	14,177.88
Calabacita	26	26	32.13	831	1,186.98	986.38
Camote	1	1	28.00	39	1,711.92	66.76
Cebolla	132	132	20.18	2,667	1,204.12	3,211.38
Chile Verde	30	30	14.57	437	8,333.72	3,641.84
Frijol	120	120	2.45	295	8,920.54	2,631.56
Garbanzo	1	1	2.20	3	7,499.36	21.75
Lechuga	31	31	22.59	700	4,296.71	3,007.70
Maíz Grano	23,752	23,752	9.10	216,115	2,372.96	512,832.78
Sorgo Grano	40,714	40,714	8.42	342,823	2,395.32	821,169.22
Zanahoria	3	3	38.00	114	3,329.03	379.51

**AÑO AGRICOLA 2007-2008**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	171,817	171,815	8.68	1,491,542	3,097.83	4,620,536.49
<b>Otoño-Invierno</b>	80,039	80,039	7.61	609,479	3,537.79	2,156,205.18
Ajo	358	358	13.66	4,897	12,173.30	59,613.37
Anís	66	66	1.50	99	12,975.89	1,284.61
Apio	129	129	38.95	5,024	3,794.97	19,065.91
Avena	294	294	16.22	4,763	2,191.70	10,439.08
Brócoli	3,337	3,337	13.82	46,135	4,010.55	185,026.76
Cacahuete	20	20	3.65	74	18,137.59	1,333.29
Calabacita (Calabacín)	56	56	15.50	866	2,162.02	1,872.31
Camote	59	59	28.70	1,699	2,216.21	3,765.34
Cebada	23,605	23,605	6.07	143,275	3,331.84	477,368.88
Cebolla	682	682	25.74	17,540	2,599.03	45,586.93
Chícharo	3	3	6.00	18	3,784.63	68.12
Chile Verde	29	29	12.25	357	7,451.72	2,660.26
Cilantro	29	29	12.02	345	2,436.46	840.58
Col (Repollo)	74	74	32.00	2,368	2,703.31	6,401.44
Coliflor	180	180	13.93	2,513	3,243.94	8,152.02
Frijol	485	485	1.93	938	13,216.95	12,397.50
Garbanzo	475	475	2.72	1,292	4,925.00	6,363.11
Jitomate (Tomate Rojo)	8	8	25.64	195	4,655.79	907.88
Lechuga	811	811	22.34	18,126	1,842.87	33,403.79
Maíz Grano	310	310	10.11	3,130	2,729.44	8,543.15
Pepino	11	11	23.39	268	3,351.46	898.19
Sandía	11	11	22.96	241	2,568.72	619.32
Tomate de Cáscara	557	557	17.86	9,947	2,741.09	27,265.64
Trigo Grano	48,066	48,066	6.92	332,700	3,657.51	1,216,852.51
Zanahoria	385	385	32.94	12,669	2,010.83	25,475.18
<b>Perenes</b>	6,399	6,397	25.45	162,783	3,035.34	494,102.19
Agave (Maguey)	2	0	0.00	0	0.00	0.00
Alfalfa Achicalada	4,311	4,311	30.88	133,132	1,581.28	210,519.04
Alfalfa Verde	155	155	34.50	5,358	1,297.55	6,952.29
Caña de Azúcar Planta	3	3	88.30	265	540.46	143.22
Chayote	16	16	22.50	360	1,943.95	699.82
Durazno (Melocotón)	3	3	3.30	9	5,946.68	52.98
Espárrago	1,437	1,437	5.57	8,001	22,978.00	183,836.40
Fresa	277	277	35.83	9,940	7,677.98	76,320.82
Guayabo	17	17	3.41	58	4,865.98	279.80
Nopal (Verdura)	146	146	28.93	4,223	3,232.68	13,652.03
Rye Grass (Zacate Verde)	29	29	49.10	1,424	1,081.32	1,539.81
Yaca	2	2	8.00	14	7,569.27	105.97

**AÑO AGRICOLA 2007-2008**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Primavera-Verano</b>	16,592	16,592	9.20	152,569	2,918.47	445,267.65
Avena	127	127	11.71	1,491	1,726.60	2,574.36
Brócoli	112	112	13.65	1,527	4,141.25	6,323.68
Cacahuete	194	194	3.85	746	17,045.00	12,715.57
Calabacita (Calabacín)	23	23	21.40	491	2,164.50	1,062.77
Camote	81	81	35.60	2,893	2,162.27	6,255.46
Cebada	1,238	1,238	6.08	7,522	2,955.68	22,232.62
Cebolla	69	69	29.49	2,037	2,934.36	5,977.30
Chile Verde	63	63	10.73	678	4,999.26	3,389.50
Cilantro	11	11	16.71	186	2,236.89	416.06
Col (Repollo)	20	20	32.00	640	2,703.31	1,730.12
Frijol	378	378	2.25	851	12,049.50	10,254.12
Garbanzo	109	109	3.21	349	4,916.62	1,715.90
Jitomate (Tomate Rojo)	47	47	20.00	940	7,569.27	7,115.11
Lechuga	50	50	28.28	1,414	2,930.39	4,143.57
Maíz Grano	5,046	5,046	9.19	46,373	2,767.75	128,348.99
Melón	0	0	9.30	4	3,243.97	12.07
Pepino	1	1	22.00	30	3,211.53	96.35
Sandía	3	3	60.00	180	1,838.25	330.89
Sorgo Grano	6,935	6,935	9.38	65,034	2,590.62	168,478.42
Tomate de Cáscara (Tomatillo)	253	253	24.96	6,317	2,259.59	14,273.84
Trigo Grano	1,824	1,824	6.91	12,610	3,740.35	47,165.86
Zanahoria	7	7	36.59	256	2,559.02	655.11
<b>Segundos Cultivos</b>	68,788	68,788	8.24	566,711	2,690.90	1,524,961.48
Brócoli	139	139	13.26	1,846	3,670.97	6,775.58
Calabacita	16	16	21.13	336	2,161.55	726.80
Camote	26	26	28.28	727	2,165.49	1,573.93
Cebolla	16	16	20.81	338	2,680.53	906.25
Chile Verde	5	5	8.94	48	5,448.54	262.98
Frijol Asociado	133	133	2.17	289	12,006.52	3,465.87
Garbanzo	4	4	3.25	12	5,001.23	59.56
Lechuga	231	231	21.75	5,032	1,627.77	8,191.62
Maíz Grano	25,599	25,599	9.45	241,924	2,786.90	674,218.50
Sorgo Grano	42,614	42,614	7.42	316,052	2,621.55	828,548.60
Tomate de Cáscara	5	5	23.64	107	2,174.22	231.79

**AÑO AGRICOLA 2008-2009**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	178,446	178,446	8.97	1,600,184	2,730.90	4,369,936.74
<b>Otoño-Invierno</b>	80,805	80,805	7.67	620,025	2,967.96	1,840,209.99
Acelga	4	4	11.20	41	3,643.36	149.38
Ajo	446	446	8.68	3,872	5,003.91	19,375.15
Avena	163	163	15.76	2,569	1,420.69	3,649.75
Brócoli	2,620	2,620	12.96	33,953	4,261.49	144,690.48
Cacahuete	29	29	4.31	127	12,841.80	1,630.91
Calabacita	35	35	15.08	522	2,993.46	1,562.59
Camote	74	74	36.00	2,661	1,412.75	3,759.33
Cebada	29,499	29,499	5.98	176,362	3,213.97	566,821.88
Cebolla	796	796	28.50	22,691	2,399.09	54,437.68
Chícharo	8	8	6.50	52	6,577.30	342.02
Chile Verde	55	55	19.54	1,081	7,148.59	7,727.62
Cilantro	46	46	10.14	470	3,636.28	1,709.05
Col (Repollo)	37	37	25.40	950	2,766.52	2,628.19
Coliflor	81	81	13.80	1,115	4,156.63	4,634.65
Frijol (Alubia)	11	11	2.50	28	10,766.41	301.46
Frijol Asociado	1,097	1,097	2.04	2,238	13,706.44	30,675.02
Garbanzo	467	467	5.00	2,339	5,427.00	12,693.76
Jitomate (Tomate Rojo)	1	1	18.00	27	3,940.96	106.41
Lechuga	815	815	20.21	16,467	3,253.09	53,568.71
Maíz Elotero	183	183	24.87	4,556	835.20	3,805.18
Maíz Grano	28	28	8.36	234	1,670.38	390.87
Melón	1	1	10.00	10	3,340.85	33.41
Sandía	11	11	20.60	222	2,259.96	501.71
Tomate de Cáscara	782	782	26.43	20,670	2,186.02	45,184.99
Trigo Grano	43,096	43,096	7.21	310,663	2,733.94	849,335.40
Zanahoria	420	420	38.32	16,105	1,893.47	30,494.40
<b>Perenes</b>	5,710	5,710	27.96	159,648	2,963.46	473,110.52
Alfalfa	3,826	3,826	35.53	135,935	1,550.07	210,708.83
Caña de Azúcar	3	3	110.00	285	834.92	237.95
Chayote	13	13	29.00	372	1,670.73	621.51
Durazno	2	2	4.00	7	6,592.21	46.15
Espárrago	1,328	1,328	5.50	7,307	24,130.22	176,319.53
Fresa	352	352	30.99	10,900	6,708.20	73,119.33
Guayabo	18	18	8.08	149	2,207.43	328.91
Nopal	139	139	25.98	3,615	2,909.94	10,519.44
Rye Grass/Ballico Verde	27	27	39.44	1,067	1,029.25	1,098.21
Vid (Mesa)	2	2	5.00	11	10,060.51	110.67

**AÑO AGRICOLA 2008-2009**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Primavera-Verano</b>	16,485	16,485	8.69	143,202	3,019.86	432,450.48
Avena	39	39	12.12	468	1,410.29	660.02
Brócoli	39	39	15.07	586	4,356.54	2,552.93
Cacahuete	283	283	4.20	1,188	13,282.85	15,780.02
Calabacita (Calabacín)	8	8	14.99	126	3,141.16	395.79
Camote	89	89	28.98	2,569	1,413.42	3,631.09
Cebada	1,526	1,526	6.09	9,296	7,741.30	71,963.17
Cebolla	48	48	24.53	1,187	2,961.28	3,515.04
Chile Verde	22	22	14.78	330	7,516.91	2,480.58
Cilantro	19	19	15.03	282	2,399.05	676.53
Col (Repollo)	3	3	26.10	78	2,745.89	214.18
Frijol (Alubia)	5	5	2.50	13	10,540.54	137.03
Frijol Asociado	552	552	2.15	1,186	13,880.33	16,462.08
Garbanzo	190	190	4.75	901	5,411.90	4,876.13
Lechuga	4	4	22.90	80	2,266.69	181.34
Maíz Grano	4,592	4,592	9.30	42,684	2,828.38	120,726.73
Melón	1	1	8.00	12	3,027.64	36.33
Sandía	3	3	19.00	57	2,610.04	148.77
Sorgo Grano	7,501	7,501	8.63	64,758	2,247.01	145,511.84
Tomate de Cáscara	209	209	27.08	5,663	2,486.23	14,079.52
Trigo Grano	1,290	1,290	7.24	9,340	2,637.23	24,631.71
Zanahoria	62	62	38.49	2,398	1,580.35	3,789.67
<b>Segundos Cultivos</b>	75,446	75,446	8.98	677,309	2,397.97	1,624,165.76
Brócoli	214	214	11.42	2,443	3,952.18	9,655.17
Camote	30	30	27.00	823	1,304.96	1,073.98
Cebolla	98	98	30.00	2,940	2,088.03	6,138.81
Chile Verde	5	5	20.80	104	7,308.11	760.04
Frijol Asociado	419	419	2.04	857	13,542.82	11,606.19
Garbanzo	23	23	5.00	113	5,231.63	591.17
Lechuga	123	123	20.00	2,460	3,707.30	9,119.95
Maíz Grano	23,136	23,136	9.54	220,769	2,576.36	568,780.06
Sorgo Grano	51,377	51,377	8.69	446,550	2,274.84	1,015,830.06
Tomate de Cáscara	21	21	12.13	250	2,441.24	610.31



**AÑO AGRICOLA 2009-2010**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Total General</b>	126,422	126,422	9.80	1,238,477	3,010.16	3,728,015.58
<b>Otoño-Invierno</b>	29,367	29,367	8.33	244,612	3,563.54	871,684.62
Ajo	345	345	9.18	3,162	9,521.52	30,107.05
Anís	23	23	1.80	41	13,500.00	558.90
Avena	217	217	8.72	1,893	1,416.85	2,682.09
Brócoli	2,345	2,345	13.69	32,092	4,297.93	137,929.26
Calabacita (Calabacín)	26	26	15.00	390	4,200.00	1,638.00
Cebada	15,902	15,902	6.32	100,530	3,377.33	339,522.79
Cebolla	385	385	31.14	11,986	4,293.54	51,462.38
Chícharo	9	9	6.85	62	7,800.00	480.87
Chile Verde	8	8	15.00	120	6,000.00	720.00
Cilantro	2	2	12.40	25	1,621.37	40.21
Col (Repollo)	49	49	36.40	1,771	2,452.41	4,343.21
Coliflor	251	251	18.11	4,543	4,414.84	20,056.60
Frijol (Alubia)	5	5	2.60	13	11,200.00	145.60
Frijol Asociado	160	160	1.91	305	11,469.67	3,498.25
Garbanzo	47	47	2.84	135	7,880.89	1,063.92
Lechuga	834	834	22.99	19,186	4,590.47	88,072.73
Tomate de Cáscara	214	214	24.58	5,250	3,233.66	16,976.70
Trigo Grano	8,426	8,426	6.90	58,128	2,703.59	157,154.03
Zanahoria	119	119	42.02	4,980	3,058.64	15,232.03
<b>Perennes</b>	6,664	6,664	15.52	103,456	5,217.39	539,769.28
Alfalfa Achicalada	4,230	4,230	17.61	74,490	2,560.94	190,765.39
Caña de Azúcar	2	2	105.00	210	600.00	126.00
Chayote	12	12	30.02	360	1,774.48	639.24
Espárrago	1,772	1,772	5.48	9,711	24,240.68	235,390.60
Fresa	463	463	30.60	14,168	6,875.71	97,413.75
Guayabo	16	16	4.89	78	4,053.55	317.15
Nopal	144	144	25.06	3,609	3,936.80	14,206.49
Rye Grass/Ballico Verde	22	22	37.09	816	906.39	739.60
Vid (Mesa)	3	3	4.70	14	12,131.91	171.06

**AÑO AGRICOLA 2009-2010**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
<b>Primavera-Verano</b>	65,683	65,683	9.76	640,983	2,580.56	1,654,096.61
Avena	54	54	17.11	927	1,350.26	1,251.69
Brócoli	264	264	17.07	4,513	4,347.63	19,620.84
Cacahuete	466	466	4.73	2,206	10,705.21	23,615.69
Calabacita (Calabacín)	16	16	15.01	242	3,005.37	727.30
Camote	103	103	25.12	2,588	1,999.63	5,175.04
Cebada	789	789	6.37	5,030	3,244.61	16,320.37
Cebolla	144	144	27.94	4,022	3,599.72	14,478.08
Chile Verde	29	29	20.42	586	3,000.31	1,758.18
Col (Repollo)	5	5	36.70	184	2,692.66	495.45
Coliflor	1	1	18.00	18	4,500.00	81.00
Frijol (Alubia)	6	6	2.30	14	12,500.00	172.50
Frijol Asociado	864	864	1.99	1,719	10,476.93	18,013.62
Garbanzo	73	73	5.44	397	5,202.66	2,066.08
Lechuga	84	84	23.74	1,994	5,317.27	10,603.49
Maíz Grano	16,324	16,324	10.28	167,811	2,734.48	458,875.57
Pepino	21	21	19.79	416	3,592.72	1,493.10
Sandía	1	1	24.30	24	2,500.00	60.75
Sorgo Grano	45,442	45,442	9.49	431,245	2,423.63	1,045,175.56
Tomate de Cáscara	296	296	25.65	7,592	2,527.33	19,188.47
Trigo Grano	535	535	6.99	3,740	2,610.94	9,764.01
Zanahoria	166	166	34.43	5,715	902.80	5,159.82
<b>Segundos Cultivos</b>	24,708	24,708	10.09	249,426	2,655.96	662,465.07
Brócoli	253	253	14.23	3,601	4,847.79	17,456.88
Cebolla	2	2	35.00	70	3,950.00	276.50
Chile Verde	15	15	26.00	390	6,400.00	2,496.00
Frijol Asociado	198	198	2.17	431	7,018.21	3,024.85
Lechuga	122	122	21.00	2,562	6,086.07	15,592.50
Maíz Grano	11,303	11,303	10.30	116,475	2,769.69	322,599.86
Pepino	9	9	17.00	153	2,149.02	328.80
Sorgo Grano	12,785	12,785	9.81	125,369	2,392.40	299,932.18
Tomate de Cáscara	17	17	15.00	255	2,500.00	637.50
Zanahoria	4	4	30.00	120	1,000.00	120.00

**AÑO AGRICOLA 2010-2011**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
Agave Tequilero	3	3	100.00	328	965.71	316.75
Ajo	202	202	11.62	2,353	16,747.69	39,405.26
Alfalfa	3,327	3,327	25.22	83,895	1,600.37	134,264.38
Anís	5	5	2.50	13	9,657.08	120.71
Apio	10	10	13.00	130	4,249.11	552.38
Avena	300	300	7.37	2,208	1,917.70	4,234.32
Brócoli	3,025	3,025	12.83	38,803	4,043.80	156,912.33
Cacahuete	335	335	3.99	1,338	11,803.75	15,790.10
Calabacita (Calabacín)	54	54	15.99	862	2,382.69	2,053.90
Camote	93	93	28.29	2,628	2,633.20	6,919.45
Cebada	33,886	33,886	6.42	217,461	3,511.22	763,554.52
Cebolla	667	667	25.35	16,919	1,198.25	20,272.78
Chayote	14	14	30.00	417	1,448.56	604.48
Chícharo	65	65	6.41	417	12,221.51	5,090.25
Chile Verde	72	72	9.83	712	4,466.11	3,178.49
Cilantro	51	51	14.44	736	1,666.43	1,226.55
Col (Repollo)	37	37	36.05	1,348	2,447.97	3,300.59
Coliflor	13	13	18.12	236	3,136.91	738.75
Durazno (Melocotón)	1	1	4.00	4	7,242.81	28.97
Espárrago	2,006	2,006	6.19	12,411	23,931.78	297,026.01
Fresa	441	441	36.20	15,954	5,791.06	92,391.48
Frijol	573	573	2.00	1,146	9,099.19	10,428.44
Garbanzo	512	512	3.78	1,936	3,555.16	6,881.92
Guayabo	15	15	3.13	48	4,345.68	209.47
Jitomate (tomate rojo)	10	10	18.00	175	1,755.56	306.84
Lechuga	1,234	1,234	21.04	25,962	3,833.96	99,537.52
Maíz Elotero	183	183	19.32	3,535	1,153.15	4,076.34
Maíz Grano	25,195	25,195	11.10	279,675	4,674.99	1,307,469.59
Nopal	166	166	21.49	3,561	3,847.28	13,700.11
Pepino	6	6	17.67	106	4,067.85	431.19
Rye Grass (Zacate)	24	24	31.20	749	1,593.42	1,193.15
Sandía	25	25	28.11	689	2,068.55	1,424.76
Sorgo Grano	51,446	51,446	9.60	493,968	3,865.92	1,909,650.91
Tomate de Cáscara	832	832	22.96	19,097	2,118.76	40,461.57
Trigo Grano	38,953	38,953	7.07	275,588	3,353.61	924,218.18
Vid Mesa	2	2	4.20	9	10,139.93	90.28
Zanahoria	400	400	30.46	12,172	1,479.85	18,012.31
<b>Otoño-Invierno</b>	<b>79,793</b>	<b>79,793</b>	<b>7.55</b>	<b>602,159</b>	<b>3,526.57</b>	<b>2,123,559.00</b>
<b>Perenes</b>	<b>5,999</b>	<b>5,999</b>	<b>19.56</b>	<b>117,377</b>	<b>4,762.39</b>	<b>558,994.29</b>
<b>Primavera-Verano</b>	<b>10,512</b>	<b>10,512</b>	<b>10.34</b>	<b>108,697</b>	<b>4,265.15</b>	<b>463,608.67</b>
<b>Segundos cultivos</b>	<b>67,879</b>	<b>67,879</b>	<b>10.16</b>	<b>689,354</b>	<b>4,277.81</b>	<b>2,948,927.61</b>
<b>Total General</b>	<b>164,183</b>	<b>164,183</b>	<b>9.24</b>	<b>1,517,587</b>	<b>3,878.57</b>	<b>5,886,075.05</b>

**AÑO AGRICOLA 2011-2012**

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	P.M.R. (\$/Ton)	Valor de la Cosecha (Miles de \$)
	Sembrada	Cosechada				
Ajo	164	164	13.82	2,261	13,160.49	29,756.07
Alfalfa	3,654	3,654	24.46	89,372	1,675.59	149,749.43
Avena	211	211	7.86	1,659	1,044.98	1,733.72
Brócoli	2,610	2,610	13.80	36,031	4,008.54	144,428.79
Cacahuete	349	349	3.99	1,393	13,328.05	18,569.91
Calabacita (Calabacín)	33	33	14.94	493	2,485.22	1,225.22
Camote	44	44	26.97	1,192	3,577.48	4,265.78
Cebada	39,120	39,120	6.07	237,333	3,677.15	872,702.90
Cebolla	338	338	32.82	11,092	2,106.75	23,368.66
Chícharo	3	3	8.10	24	13,986.54	339.87
Col (Rapollo)	45	45	34.77	1,559	2,210.43	3,446.42
Coliflor	10	10	15.00	150	4,195.96	629.39
Durazno (Melocotón)	1	1	4.20	4	6,527.05	27.41
Espárrago	1,846	1,846	4.50	8,298	22,275.89	184,839.23
Fresa	475	475	31.21	14,822	6,396.79	94,811.75
Frijol	693	693	2.22	1,538	17,526.25	26,956.60
Garbanzo	165	165	3.66	605	4,828.25	2,922.54
Guayabo	5	5	5.50	27	2,983.79	81.23
Lechuga	1,242	1,242	25.63	31,839	2,400.93	76,445.54
Maíz Elotero	87	87	10.00	871	699.33	608.83
Maíz Grano	25,104	25,104	11.14	279,668	3,765.64	1,053,117.84
Nopal	143	143	3.54	507	5,503.52	2,791.72
Pepino	22	22	21.40	471	4,335.83	2,041.31
Rye Grass (Zacate)	20	20	31.20	624	1,864.87	1,163.68
Sandía	9	9	29.00	261	2,051.36	535.40
Sorgo Grano	46,054	46,054	9.83	452,823	3,418.22	1,547,847.75
Tomate de Cáscara	339	339	20.05	6,800	2,649.61	18,016.51
Trigo Grano	24,284	24,284	6.81	165,393	3,341.76	552,705.18
Zanahoria	269	269	32.98	8,861	1,169.18	10,360.23
<b>Otoño-Invierno</b>	<b>67,959</b>	<b>67,959</b>	<b>7.25</b>	<b>492,424</b>	<b>3,744.48</b>	<b>1,843,871.72</b>
<b>Perenes</b>	<b>6,144</b>	<b>6,144</b>	<b>18.50</b>	<b>113,655</b>	<b>4,090.23</b>	<b>464,873.30</b>
<b>Primavera-Verano</b>	<b>21,583</b>	<b>21,583</b>	<b>9.60</b>	<b>207,137</b>	<b>3,910.92</b>	<b>810,093.90</b>
<b>Segundos cultivos</b>	<b>51,653</b>	<b>51,653</b>	<b>10.51</b>	<b>542,756</b>	<b>3,788.63</b>	<b>2,056,304.97</b>
<b>Total General</b>	<b>147,339</b>	<b>147,339</b>	<b>9.20</b>	<b>1,355,972</b>	<b>3,558.69</b>	<b>4,825,488.95</b>

**ANEXO 2**

**REQUERIMIENTOS DE RIEGO Y**

**ESTADÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS<sup>108</sup>**

**PERIODO 1996-1997 A 2011-2012**

---

<sup>108</sup> Nota.-

Los promedios históricos se obtuvieron tomando como base los datos climáticos diarios del Climate Computing Project (CLICOM) sistema de software de manejo de datos climatológicos desarrollado por las Naciones Unidas , estando en México a cargo del SMN a través de la página <http://clicom-mex.cicese.mx>

La información relativa a cultivos y fechas de siembra fue proporcionada por la Jefatura de Distrito del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”

La demanda de riego se ha calculado utilizando las demandas de agua de los cultivos derivadas del paquete CROPWAT<sup>®</sup> y bajo el método FAO de Penman-Montieth.

### Temperatura Máxima Mensual Promedio (°C)

Mes	Año Agrícola							
	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Octubre	26.71	27.64	26.40	26.75	28.10	26.42	27.88	26.80
Noviembre	26.14	27.94	27.32	25.86	27.51	25.49	24.29	27.04
Diciembre	25.77	25.99	25.79	24.51	24.36	24.60	24.33	25.04
Enero	24.97	25.97	25.46	25.75	24.96	24.34	23.37	23.60
Febrero	27.13	27.24	27.17	27.66	27.16	25.11	27.70	26.13
Marzo	28.18	30.33	29.32	29.80	28.84	29.37	29.30	28.69
Abril	28.29	33.81	31.62	32.23	32.29	32.07	31.86	29.98
Mayo	30.78	35.53	32.61	31.89	30.84	32.31	33.62	31.29
Junio	31.12	32.97	30.49	28.53	28.87	30.34	29.10	27.56
Julio	29.30	28.92	27.88	28.87	28.04	27.31	27.56	27.84
Agosto	29.23	28.07	28.20	28.38	28.24	28.10	27.24	28.39
Septiembre	28.91	27.58	27.29	28.78	26.99	26.43	26.42	27.43

Mes	Año Agrícola							
	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012
Octubre	28.29	27.84	27.08	27.27	26.95	27.75	27.31	27.29
Noviembre	27.42	27.48	25.91	26.98	26.87	27.46	26.99	27.80
Diciembre	24.81	26.58	24.88	27.06	27.52	26.45	25.75	27.71
Enero	25.58	25.90	25.38	27.20	27.27	26.25	26.73	27.27
Febrero	26.78	28.42	26.98	28.19	28.42	26.72	27.44	27.37
Marzo	27.90	30.64	29.28	28.96	29.18	28.37	29.08	29.94
Abril	32.61	33.12	30.16	29.38	29.38	28.04	29.66	29.79
Mayo	32.51	31.59	31.16	29.65	29.30	28.59	29.53	29.28
Junio	33.06	30.28	29.40	28.65	29.14	28.75	28.75	28.80
Julio	28.92	28.47	27.99	28.31	28.79	27.38	28.03	27.61
Agosto	27.26	27.06	27.65	28.38	28.98	28.26	28.96	26.88
Septiembre	28.02	27.73	27.17	27.67	28.17	27.57	28.43	26.82

### Temperatura Mínima Mensual Promedio (°C)

Mes	Año Agrícola							
	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Octubre	11.10	9.83	12.39	10.07	11.52	10.32	12.27	12.39
Noviembre	7.54	8.87	9.89	7.10	10.59	7.40	8.61	9.63
Diciembre	7.10	5.28	6.66	5.43	7.20	7.37	7.31	4.50
Enero	5.20	4.10	4.79	6.14	6.82	5.64	6.53	6.93
Febrero	7.17	3.62	7.01	7.40	8.56	7.68	7.51	6.28
Marzo	9.12	7.64	9.51	9.81	9.12	9.63	8.81	9.99
Abril	10.30	11.06	11.46	12.78	12.89	12.79	11.76	10.75
Mayo	12.10	13.20	12.86	14.34	13.84	14.82	15.14	13.29
Junio	14.58	15.89	13.56	14.15	14.39	14.77	14.59	13.80
Julio	14.76	14.98	12.49	12.81	13.72	14.01	14.03	13.39
Agosto	14.04	14.44	12.74	12.81	13.40	13.54	13.53	14.50
Septiembre	13.58	15.44	12.40	12.95	13.32	13.80	14.62	14.46

Mes	Año Agrícola							
	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012
Octubre	13.66	12.08	13.12	10.24	11.26	11.54	10.77	10.61
Noviembre	9.33	8.49	8.69	8.10	9.82	10.52	9.73	9.91
Diciembre	7.41	6.87	5.89	8.55	9.62	10.65	9.02	9.42
Enero	7.62	5.79	8.26	9.00	9.55	10.16	9.22	9.28
Febrero	8.95	8.11	9.04	9.30	9.31	9.53	9.05	10.14
Marzo	8.44	10.39	10.67	10.11	10.06	10.56	9.54	10.16
Abril	12.75	13.27	12.60	11.12	10.95	10.77	11.15	10.69
Mayo	13.66	13.92	14.48	11.67	12.18	11.85	12.10	12.87
Junio	15.88	14.53	14.20	12.05	12.51	12.24	12.80	13.24
Julio	15.16	14.16	13.38	12.56	12.77	13.17	13.09	12.22
Agosto	14.62	14.00	12.80	12.94	13.26	13.16	12.73	11.24
Septiembre	13.60	14.73	11.53	12.61	12.59	12.54	12.00	10.89

**Precipitación Media Mensual (mm)**

Mes	Año Agrícola							
	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Octubre	41.07	34.98	56.84	3.04	29.41	35.86	47.04	52.90
Noviembre	1.50	10.17	15.01	0.00	6.03	1.47	44.04	8.58
Diciembre	1.13	0.00	0.00	3.07	2.34	1.27	0.44	0.00
Enero	4.56	0.44	0.00	0.00	3.73	33.75	12.43	38.38
Febrero	1.60	0.21	0.12	0.00	3.63	25.73	0.00	0.00
Marzo	42.70	0.42	0.37	2.63	8.29	2.84	0.40	18.59
Abril	40.60	0.50	2.56	0.00	14.18	4.14	3.83	7.20
Mayo	24.36	0.84	17.32	64.81	51.77	17.72	40.98	56.60
Junio	89.78	90.07	104.20	147.96	187.41	90.52	134.33	181.16
Julio	173.27	152.67	189.84	129.98	147.41	212.48	235.09	135.66
Agosto	125.84	179.39	171.23	53.97	182.25	128.19	169.40	179.58
Septiembre	48.54	241.19	39.62	66.74	97.80	207.86	285.90	211.20

Mes	Año Agrícola							
	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012
Octubre	49.29	37.08	100.93	32.92	95.48	62.73	74.54	51.33
Noviembre	0.78	0.13	16.58	9.81	59.77	21.14	72.55	27.79
Diciembre	3.52	0.14	5.39	8.74	44.21	49.04	47.98	24.96
Enero	5.14	24.39	10.29	21.74	13.19	46.97	14.02	13.91
Febrero	8.88	0.00	19.70	10.53	1.86	66.04	0.10	29.14
Marzo	12.91	7.47	3.07	2.76	22.47	31.74	3.49	8.66
Abril	3.13	12.41	5.94	6.91	33.13	38.27	30.33	13.51
Mayo	1.14	103.98	21.76	13.22	78.33	40.23	50.42	49.12
Junio	39.79	60.93	172.53	97.52	64.75	79.10	65.88	100.81
Julio	157.87	122.67	218.16	166.81	54.69	160.34	82.62	124.84
Agosto	197.09	234.93	142.23	116.24	48.16	65.70	60.10	18.00
Septiembre	52.73	135.22	87.89	121.30	128.19	69.90	69.09	28.97



**RA Interpolada**

	Lat. Norte	Lat. Norte	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Estación	20° 00'	20.00	11.19	12.71	14.41	15.60	16.27	16.36
	21° 00'	21.00	10.95	12.51	14.29	15.56	16.30	16.42
Abasolo	20° 27'	20.45	11.06	12.60	14.34	15.58	16.29	16.39
Cortázar	20° 29'	20.48	11.07	12.61	14.35	15.58	16.29	16.39
Salamanca	20° 34'	20.57	11.09	12.62	14.36	15.58	16.28	16.39
Santa Julia	20° 23'	20.38	11.04	12.59	14.34	15.58	16.29	16.40
Santa María Yuriria	20° 14'	20.23	11.01	12.56	14.32	15.57	16.29	16.41
Santa Rita	20° 18'	20.30	11.02	12.57	14.33	15.57	16.29	16.40
Solís	20° 03'	20.05	10.96	12.52	14.30	15.56	16.30	16.42

	Lat. Norte	Lat. Norte	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Estación	20° 00'	20.00	16.27	15.85	14.83	13.31	11.61	10.68
	21° 00'	21.00	16.32	15.83	14.74	13.15	11.36	10.44
Abasolo	20° 27'	20.45	16.30	15.84	14.78	13.22	11.47	10.55
Cortázar	20° 29'	20.48	16.30	15.84	14.78	13.23	11.48	10.56
Salamanca	20° 34'	20.57	16.29	15.84	14.79	13.24	11.50	10.58
Santa Julia	20° 23'	20.38	16.30	15.84	14.77	13.21	11.46	10.53
Santa María Yuriria	20° 14'	20.23	16.31	15.83	14.76	13.19	11.42	10.50
Santa Rita	20° 18'	20.30	16.31	15.84	14.77	13.20	11.44	10.51
Solís	20° 03'	20.05	16.32	15.83	14.74	13.16	11.37	10.45

### Precipitación Efectiva

Mes	1996-1997		1997-1998		1998-1999		1999-2000	
	Ppt mm	Ppt efectiva mm	Ppt Mm	Ppt efectiva mm	Ppt mm	Ppt efectiva mm	Ppt mm	Ppt efectiva mm
Enero	4.60	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Febrero	1.60	0.00	0.20	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
Marzo	42.70	16.40	0.40	0.00	0.40	0.00	2.60	0.00
Abril	40.60	15.30	0.50	0.00	2.60	0.00	0.00	0.00
Mayo	24.40	7.20	0.80	0.00	17.30	3.70	64.80	65.40
Junio	89.80	82.90	90.10	83.10	104.20	92.90	148.00	123.60
Julio	173.30	141.30	152.70	126.90	189.80	152.90	130.00	111.00
Agosto	125.80	108.10	179.40	145.60	171.20	139.80	54.00	57.80
Septiembre	48.50	19.30	241.20	188.80	39.60	14.80	66.70	66.70
Octubre	41.10	15.60	35.00	12.50	56.80	59.80	3.00	0.00
Noviembre	1.50	0.00	10.20	0.10	15.00	2.50	0.00	0.00
Diciembre	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	0.00
Total	595.00	405.90	710.90	557.00	597.00	466.30	472.20	424.40

Mes	2000-2001		2001-2002		2002-2003		2003-2004	
	Ppt mm	Ppt efectiva mm	Ppt Mm	Ppt efectiva mm	Ppt mm	Ppt efectiva mm	Ppt mm	Ppt efectiva mm
Enero	3.70	0.00	33.80	11.90	12.40	1.20	38.40	14.20
Febrero	3.60	0.00	25.70	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Marzo	8.30	0.00	2.80	0.00	0.40	0.00	18.60	4.30
Abril	14.20	2.10	4.10	0.00	3.80	0.00	7.20	0.00
Mayo	51.80	56.30	17.70	3.80	41.00	15.50	56.60	59.60
Junio	187.40	151.20	90.50	83.30	134.30	114.00	181.20	146.80
Julio	147.40	123.20	212.50	168.80	235.10	184.60	135.70	115.00
Agosto	182.30	147.60	128.20	109.70	169.40	138.60	179.60	145.70
Septiembre	97.80	88.50	207.90	165.50	285.90	220.10	211.20	167.80
Octubre	29.40	9.70	35.90	12.90	47.00	18.50	52.90	57.00
Noviembre	6.00	0.00	1.50	0.00	44.00	17.00	8.60	0.00
Diciembre	2.30	0.00	1.30	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00
Total	734.20	578.50	761.90	563.90	973.70	709.50	890.00	710.50

### Precipitación Efectiva

Mes	2004-2005		2005-2006		2006-2007		2007-2008	
	Ppt mm	Ppt efectiva mm	Ppt Mm	Ppt efectiva mm	Ppt mm	Ppt efectiva mm	Ppt mm	Ppt efectiva mm
Enero	5.10	0.00	24.40	7.20	10.30	0.20	0.00	0.00
Febrero	8.90	0.00	0.00	0.00	19.70	4.80	2.10	0.00
Marzo	12.90	1.50	7.50	0.00	3.10	0.00	0.00	0.00
Abril	3.10	0.00	12.40	1.20	5.90	0.00	10.30	0.20
Mayo	1.10	0.00	104.00	92.80	21.80	5.90	17.10	3.60
Junio	39.80	14.90	60.90	62.60	172.50	140.80	143.90	120.70
Julio	157.90	130.50	122.70	105.90	218.20	172.70	312.10	238.50
Agosto	197.10	158.00	234.90	184.40	142.20	119.50	161.60	133.10
Septiembre	52.70	56.90	135.20	114.60	87.90	81.50	136.20	115.30
Octubre	49.30	19.60	37.10	13.60	100.90	90.60	32.90	11.40
Noviembre	0.80	0.00	0.10	0.00	16.60	3.30	9.80	0.00
Diciembre	3.50	0.00	0.10	0.00	5.40	0.00	0.00	0.00
Total	532.20	381.40	739.30	582.30	804.50	619.40	826.00	622.80

Mes	2008-2009		2009-2010		2010-2011		2011-2012	
	Ppt mm	Ppt efectiva mm	Ppt Mm	Ppt efectiva mm	Ppt mm	Ppt efectiva mm	Ppt mm	Ppt efectiva mm
Enero	10.50	0.30	42.20	16.10	4.80	0.00	12.00	1.00
Febrero	4.80	0.00	80.50	76.30	0.00	0.00	28.50	9.30
Marzo	7.80	0.00	34.30	12.10	4.20	0.00	10.80	0.40
Abril	8.30	0.00	30.20	10.10	26.80	8.40	13.70	1.80
Mayo	33.50	11.80	34.00	12.00	19.70	4.80	35.00	12.50
Junio	119.40	103.60	69.40	68.60	55.70	59.00	101.30	90.90
Julio	176.10	143.30	175.60	142.90	87.80	81.50	109.10	96.40
Agosto	161.60	133.10	75.00	72.50	73.80	71.70	11.30	0.70
Septiembre	136.20	115.30	85.90	80.10	86.20	80.30	43.50	16.80
Octubre	43.50	16.80	45.70	17.90	76.80	73.80	47.30	18.60
Noviembre	9.50	0.00	14.10	2.00	69.90	68.90	31.40	10.70
Diciembre	1.40	0.00	57.00	59.90	29.60	9.80	23.40	6.70
Total	712.60	524.10	743.90	570.60	535.30	458.20	467.30	265.70

**Evapotranspiración de los cultivos y requerimientos de riego**

Cultivo	Fecha de Siembra	Evapo- transpiración	Req. de Riego	Cantidad de Riegos	Número de Riego												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ajo	1 de Noviembre	42.5	42.5	6	Lr	10	7	7	7	7	7						
					Ir	0	35	24	22	22							
Alfalfa	1 de Octubre	139.8	95.4	9	Lr	14	12	10	10	10	10	10	10	10			
					Ir	0	48	35	29	22	19	17	17	17			
Alfalfa	1 de Enero	144.1	99.5	9	Lr	15	11	11	11	11	11	11	11	11			
					Ir	0	48	31	22	22	18	18	18	18			
Brócoli	15 de Noviembre	39.7	28.7	3	Lr	11	9	9									
					Ir	0	30	26									
Brócoli	1 de Abril	40.1	27.1	3	Lr	12	9	8									
					Ir	0	30	17									
Coliflor	15 de Noviembre	28.7	28.7	3	Lr	11	9	9									
					Ir	0	30	26									
Coliflor	1 de Abril	39.7	27.1	3	Lr	12	9	8									
					Ir	0	30	17									
Cacahuete	1 de Abril	50.2	27.7	3	Lr	11	9	9									
					Ir	0	33	17									
Cacahuete	1 de Mayo	49.7	15.9	2	Lr	9	7										
					Ir	0	28										
Caña	1 de Octubre	144.1	99.5	9	Lr	15	11	11	11	11	11	11	11	11			
					Ir	0	62	53	37	25	25	19	16	16			
Cebada / avena	15 de Diciembre	33.4	33.4	4	Lr	11	8	8	8								
					Ir	0	38	18	18								
Cebada / avena	31 de Diciembre	40.4	40.4	3	Lr	15	13	12									
					Ir	0	45	22									
Cebolla	15 de Diciembre	40.7	40.7	5	Lr	10	8	8	8	8							
					Ir	0	34	24	21	19							
Cebolla	1 de Mayo	50.7	16.4	2	Lr	10	7										
					Ir	0	23										
Chícharo	1 de Febrero	37.4	37.4	4	Lr	11	10	8	8								
					Ir	0	43	25	18								
Chícharo	15 de Febrero	48.3	44	5	Lr	11	9	8	8	8							
					Ir	0	40	23	18	15							
Chile	15 de Febrero	38.9	36.7	5	Lr	9	7	7	7	7							
					Ir	0	34	18	17	17							
Chile	1 de Mayo	42.3	14.8	2	Lr	9	8										
					Ir	0	42										

**Evapotranspiración de los cultivos y requerimientos de riego**

Cultivo	Fecha de Siembra	Evapo- transpiración	Req. de Riego	Cantidad de Riegos	Número de Riego												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Cucurbitáceas	1 de Octubre	22.8	22.8	3	Lr	9	7	7									
					Ir	0	25	22									
Cucurbitáceas	15 de Febrero	30.9	30.9	4	Lr	9	7	7	7								
					Ir	0	25	21	21								
Espárrago	1 de Octubre	110.2	75.6	9	Lr	13	9	9	9	9	9	9	9	9			
					Ir	0	66	31	26	26	17	14	14	14			
Espárrago	1 de Enero	101.7	56.2	6	Lr	13	9	9	9	9							
					Ir	0	60	20	20	20	17						
Espárrago	1 de Junio	118.6	86.2	9	Lr	13	10	9	9	9	9	9	9				
					Ir	0	23	24	27	27	27	27	27	27			
Fresa	1 de Octubre	118.6	78.2	12	Lr	11	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
					Ir	0	33	31	29	20	20	14	14	18	18	16	16
Fresa	1 de Diciembre	118.6	71.3	11	Lr	11	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	
					Ir	0	30	30	23	23	17	14	14	14	13	13	
Frijol	1 de Febrero	37.4	37.4	5	Lr	10	8	7	7	7							
					Ir	0	38	19	19	19							
Frijol	15 de Febrero	48.3	43.2	5	Lr	11	9	8	8	8							
					Ir	0	23	20	15	15							
Frijol	1 de Mayo	42.3	14.3	2	Lr	8	7										
					Ir	0	19										
Frutales (H. Caduca)	1 de Octubre	118.6	82.4	9	Lr	13	9	9	9	9	9	9	9	9			
					Ir	0	66	35	23	23	23	18	13	13			
Frutales (H. Perene)	1 de Octubre	110.2	67.3	9	Lr	13	9	9	8	8	8	8	8	8			
					Ir	0	65	35	23	23	23	18	13	13			
Garbanzo / Lenteja	1 de Diciembre	31.5	31.5	4	Lr	10	8	7	7								
					Ir	0	34	24	24								
Garbanzo / Lenteja	31 de Diciembre	34.1	34.1	4	Lr	10	9	8	8								
					Ir	0	38	25	22								
Jitomate / Tomate	1 de Febrero	42.8	42.8	6	Lr	9	7	7	7	7	7						
					Ir	0	29	19	19	14	14						
Jitomate / Tomate	18 de Febrero	41.5	37.3	5	Lr	9	7	7	7	7							
					Ir	0	33	15	14	14							
Jitomate / Tomate	1 de Abril	45.4	24.6	3	Lr	10	8	7									
					Ir	0	34	17									
Jitomate / Tomate	1 de Mayo	46.6	16.4	2	Lr	9	7										
					Ir	0	25										

**Evapotranspiración de los cultivos y requerimientos de riego**

Cultivo	Fecha de Siembra	Evapo- transpiración	Req. de Riego	Cantidad de Riegos	Número de Riego												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Lechuga	1 de Diciembre	24.4	24.4	3	Lr	10	8	8									
					Ir	0	37	21									
Lechuga	1 de Enero	26	26	3	Lr	10	8	8									
					Ir	0	41	22									
Lechuga	1 de Abril	47.6	23.4	3	Lr	9	8	7									
					Ir	0	28	14									
Maíz	1 de Marzo	66.3	43.1	6	Lr	11	9	8	8	8							
					Ir	0	36	17	17	16							
Maíz	15 de Mayo	57.3	16.3	2	Lr	9	8										
					Ir	0	27										
Sorgo	1 de Mayo	50.7	19.6	2	Lr	11	9										
					Ir	0	27										
Sorgo	15 de Mayo	50.1	10.8	1	Lr	11											
					Ir	0											
Sorgo	1 de Junio	47.5	7.1	1	Lr	7											
					Ir	0											
Trigo	15 de Noviembre	46.4	46.4	4	Lr	14	12	11	11								
					Ir	0	38	27	22								
Trigo	1 de Diciembre	47.3	47.3	4	Lr	14	12	11	11								
					Ir	0	40	27	21								
Trigo	15 de Diciembre	49.4	49.4	4	Lr	15	12	12	12								
					Ir	0	35	22	22								
Trigo	1 de Enero	51.6	51.6	4	Lr	15	13	12	12								
					Ir	0	44	29	20								
Zanahoria	15 de Noviembre	33.5	33.5	4	Lr	10	8	8	8								
					Ir	0	42	25	23								
Zanahoria	15 de Febrero	38.9	38.9	4	Lr	11	9	9	9								
					Ir	0	49	23	19								
Zanahoria	1 de Mayo	45.5	15.5	2	Lr	9	7										
					Ir	0	23										
Zempoalxochitl	15 de Febrero	38.9	37.1	4	Lr	12	8	8	8								
					Ir	0	45	21	18								
Zempoalxochitl	1 de Marzo	40.5	30.5	4	Lr	9	7	7	7								
					Ir	0	35	20	17								
Zempoalxochitl	1 de Mayo	42.3	14.8	2	Lr	8	7										
					Ir	0	27										

**Evapotranspiración de los cultivos y requerimientos de riego**

Cultivo	Fecha de Siembra	Evapo- transpiración	Req. de Riego	Cantidad de Riegos	Número de Riego												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Anís	1 de Diciembre	30	30	4	Lr	9	8	7	7								
					Ir	0	28	24	19								
Anís	31 de Diciembre	36.7	36.7	4	Lr	12	9	8	8								
					Ir	0	30	23	23								
Comino	1 de Diciembre	30	30	4	Lr	9	8	7	7								
					Ir	0	28	24	19								
Comino	31 de Diciembre	36.7	36.7	4	Lr	12	9	8	8								
					Ir	0	30	23	23								
Camote	1 de Enero	51.5	41.7	5	Lr	11	9	8	8	8							
					Ir	0	46	32	26	26							
Camote	1 de Febrero	54.3	35.5	4	Lr	12	9	8	8								
					Ir	0	38	23	23								
Haba	1 de Diciembre	36.6	36.5	5	Lr	10	8	7	7	7							
					Ir	0	30	26	21	19							
Haba	1 de Enero	39.5	39.5	5	Lr	10	8	7	7	7							
					Ir	0	30	27	22	20							
Jícama	1 de Marzo	51.7	28.9	3	Lr	12	10	8									
					Ir	0	33	20									
Jícama	1 de Abril	52.6	19.4	2	Lr	11	9										
					Ir	0	27										
Papa	1 de Febrero	46.2	42.6	5	Lr	11	9	8	8	8							
					Ir	0	29	26	16	16							
Papa	1 de Mayo	55.9	14.9	2	Lr	9	7										
					Ir	0	18										
Pastos	1 de Octubre	127.1	83.6	8	Lr	14	11	10	10	10	10	10	10				
					Ir												

**Cultivos considerados en el análisis de requerimientos hídricos y fechas de siembra**

Otoño-Invierno		Perennes		Primavera-Verano		Segundos Cultivos	
Cultivo	Fecha	Cultivo	Fecha	Cultivo	Fecha	Cultivo	Fecha
Acelga	15-oct	Agave	15-mar	Ajo	15-abr	Ajo	15-may
Ajo	01-nov	Aguacate	01-oct	Avena	15-jun	Alcachofa	15-abr
Apio	30-ago	Alfalfa	01-oct	Betabel	15-abr	Apio	15-may
Alcachofa	15-oct	Alfalfa	01-ene	Brócoli	15-abr	Brócoli	15-may
Avena	31-dic	Caña de Azúcar	01-oct	Cacahuate	01-abr	Cacahuate	01-may
Betabel	01-sep	Colza	15-may	Calabacita	15-may	Camote	15-may
Brócoli	15-nov	Chayote	15-oct	Calabaza	15-may	Calabacita	15-jul
Cacahuate	01-oct	Durazno	01-oct	Camote	15-abr	Calabaza	15-jul
Calabacita	01-oct	Espárrago	01-ene	Cártamo	15-abr	Cebolla	15-ago
Calabaza	01-oct	Fresa	01-dic	Cebada	15-jul	Chícharo	15-feb
Camote	01-ene	Guayabo	01-oct	Cebolla	01-may	Chile Verde	01-may
Cártamo	15-oct	Limón	15-ene	Chícharo	01-jun	Cilantro	15-may
Cebada	15-dic	O. Hortalizas	15-oct	Chile Seco	15-abr	Col	15-jul
Cebolla	15-dic	O. Pastos	15-oct	Chile Verde	15-abr	Coliflor	15-jul
Centeno	15-nov	Nopal	15-mar	Cilantro	15-abr	Frijol	15-jun
Chícharo	01-feb	Vid	01-oct	Col	15-may	Garbanzo	31-dic
Chile S.	10-feb	Yaca	01-oct	Coliflor	01-abr	Haba	15-may
Chile V.	15-feb			Frijol	01-may	Jitomate	01-may
Cilantro	15-jun			Garbanzo	15-may	Lechuga	15-may
Col	15-nov			Girasol	15-may	Maíz Grano	15-may
Coliflor	15-nov			Gladiola	15-abr	Okra	15-feb
Comino	01-dic			Jicama	01-abr	Papa	01-may
Frijol	15-feb			Jitomate	01-abr	Pepino	15-ago
Garbanzo	01-dic			Lechuga	01-abr	Rábano	15-may
Gladiola	01-ene			Maíz Grano	01-may	Sandía	15-may
Haba	01-dic			Melón	15-abr	Sorgo Grano	01-jun
Jitomate	18-feb			Otras Flores	15-abr	Tomate de cáscara	15-ago
Jicama	15-sep			Papaya	28-feb	Zanahoria	01-may
Lechuga	01-dic			Pepino	15-may	Zempoalxochitl	30-may
Maíz Grano	15-oct			Rábano	15-abr		
Melón	15-ene			Sandía	15-abr		
Otros Forrajes	01-oct			Sorgo Grano	01-may		
Papa	01-feb			Tomatillo	01-may		
Pepino	15-feb			Trigo Grano	15-jul		
Rábano	15-nov			Zanahoria	15-feb		
Sandía	15-sep			Zempoalxochitl	01-may		
Sandía	15-ene						
Tomatillo	01-feb						
Trigo Grano	15-nov						
Zanahoria	15-nov						
Zempoalxochitl	15-feb						



### Datos de Cultivos - Cropwatt

Cultivo	Kc			Etapa Vegetativa (días)				Profundidad de raíz		Agotamiento Crítico
	Inicial	Medio	Tardío	Inicial	Des.	Medio	Fin	Siembra (cm)	Desarrollo (m)	
Aguacate	0.2	0.8	0.8	60.0	150.0	125.0	30.0	0.6	4.5	0.5
Ajo	0.7	1.0	0.7	20.0	60.0	90.0	120.0	8.0	0.3	0.5
Alfalfa	0.4	1.0	0.7	14.0	35.0	70.0	100.0	0.6 - 2.5	0.9 - 1.2	0.5
Apio	0.8	1.0	1.0	15.0	40.0	60.0	110.0	2.0 - 3.0	20.0	0.5
Anís				12.0	40.0	60.0	190.0	1.0 - 4.0	0.3	0.5
Avena	0.4	1.2	0.5	20.0	66.0	90.0	110.0	5.0	1.0	0.5
Brócoli	0.3	1.0	0.8	20.0	30.0	50.0	83.0	1.0	0.6	0.5
Cacahuate	0.5	1.1	0.7	8.0	30.0	90.0	130.0	4.0 - 5.0	0.9 - 1.0	0.5
Calabacita	0.5	0.9	0.8	25.0	35.0	55.0	70.0	3.0 - 4.0	0.5	0.5
Calabaza	0.5	0.9	0.8	20.0	30.0	50.0	80.0	3.0 - 4.0	1.5	0.5
Camote	0.3	1.2	0.7	5.0	28.0	100.0	180.0	4.0 - 7.0	0.3	0.5
Caña de Azúcar	0.5	1.1	0.7	10.0	120.0	270.0	360.0	20-25	1.0 - 1.1	0.5
Cebada	0.4	1.2	0.5	10.0	58.0		110.0	< 5.0	0.6 - 1.0	0.5
Cebolla	0.5	1.0	1.0	10.0	35.0	55.0	85.0	0.5 - 1.0	0.4 - 0.5	0.5
Centeno	0.3	1.3	0.3	20.0	60.0	70.0	30.0	5.0	1.0	0.5
Chayote	0.5	0.9	0.8	45.0	90.0	150.0	80.0	15.0	0.3	0.5
Chícharo	0.5	1.2	1.1	14.0	40.0	100.0	120.0	4.0 - 5.0	0.6	0.5
Chile verde	0.5	1.1	0.6	10.0	30.0	20.0	15.0	3.0 - 6.0	0.5	0.5
Cilantro	0.9	0.7	0.7	10.0	20.0	45.0	20.0	3.0 - 5.0	0.9	0.5
Col	0.3	1.1	0.9	15.0	20.0	63.0	30.0	1.0	0.4	0.5
Coliflor	0.7	1.1	0.9	10.0	25.0	95.0	35.0	1.0	0.9	0.5
Comino	0.3	0.6	0.3	30.0	60.0	70.0	20.0	1-1.5	0.3	0.5
Durazno	0.5	1.0	0.7	30.0	180.0	125.0	30.0	10.0	1.8	0.5
Espárrago	0.5	1.0	0.3	20.0	100.0	150.0	95.0	5.0	0.5	0.5
Fresa	0.4	0.9	0.8	35.0	60.0	120.0	150.0	0.5 - 1.0	0.3 - 0.4	0.5
Frijol	0.5	1.1	0.6	15.0	40.0	90.0	100.0	2.0 - 4.0	0.7	0.5
Garbanzo	0.3	1.0	0.4	15.0	30.0	45.0	90.0	5.0 - 6.0	25.0	0.5
Gladiola	0.3	0.6	0.3	20.0	30.0	45.0	25.0	7.0 - 8.0	0.5	0.5
Guayabo	0.6	1.1	0.6	55.0	90.0	150.0	70.0	1.0 - 1.5	0.6	0.5
Haba	0.7	0.4	0.6	10.0	30.0	50.0	60.0	3.0 - 4.0	0.8	0.5
Haba	0.5	1.2	1.1	10.0	30.0	50.0	60.0	3.0 - 4.0	0.8	0.5
Jícama	0.4	1.2	0.6	10.0	60.0	100.0	30.0	2.5	1.0	0.5
Jitomate	0.6	1.2	0.8	20.0	40.0	45.0	30.0	1.5	0.2	0.5
Lechuga	0.7	1.0	1.0	15.0	40.0	45.0	20.0	0.5	0.3 - 0.4	0.5
Maíz Grano	0.4	1.2	0.7	20.0	30.0	45.0	75.0	5.0	0.8 - 1.2	0.5
Melón	0.5	1.1	0.8	25.0	35.0	40.0	20.0	0.3	1.0	0.5
Okra	0.5	1.2	0.3	10.0	25.0	15.0	10.0	2.6	0.5	0.5
Otras Flores	0.2	1.1	0.7	20.0	45.0	80.0	130.0	2.5 - 9.0	0.6	0.5
Otras Hortalizas	0.8	1.0	0.9	33.0	67.0	92.0	120.0	2.0	1.0	0.5
Otros Forrajes	0.2	1.1	0.3	17.0	45.0	80.0	120.0	5.0	3.0	0.5
Otros Pastos	0.9	1.0	1.0	25.0	50.0	95.0		5.0	1.1	0.5
Papa	0.5	1.2	0.9	20.0	35.0	45.0	78.0	6.0 - 10	0.4-0.8	0.5
Pepino	0.6	1.0	0.8	10.0	30.0	20.0	30.0	3.0 - 4.0	0.6-0.9	0.5
Rábano	0.5	0.6	0.9	10.0	20.0	20.0	10.0	1.0	0.3	0.5
Sandía	0.8	1.0	0.8	20.0	50.0	90.0	120.0	3.0 - 4.0	0.5	0.5
Sorgo Grano	0.3	1.0	0.6	20.0	35.0	45.0	30.0	30.0	1.4	0.5
Tomatillo	0.3	1.1	0.9	10.0	40.0	70.0	15.0	0.5	0.6	0.5
Trigo Grano	0.2	1.1	0.6	20.0	45.0	50.0	75.0	3.0 - 6.0	0.3	0.5
Zanahoria	0.7	1.1	1.0	20.0	30.0	40.0	30.0	0.5 - 1.0	0.4-0.5	0.5
Zempoalxochitl	0.3	0.7	0.3	15.0	30.0	35.0	20.0	1.0 - 0.5	0.5	0.5

### Volumen consumido ( $E_T$ )

Año agrícola	Precipitación media anual (mm)	Volumen consumido $E_T$ ( $m^3$ )				
		Total ( $m^3$ )	O-I ( $m^3$ )	Perene ( $m^3$ )	P-V ( $m^3$ )	S.C. ( $m^3$ )
1996-1997	594.94	843,069,551	656,608,171	46,412,882	32,015,032	108,033,466
1997-1998	710.88	442,208,449	288,917,783	53,429,985	66,567,500	33,293,181
1998-1999	597.12	779,788,700	571,201,167	62,040,779	61,993,245	84,553,509
1999-2000	472.20	615,041,549	337,064,363	76,934,423	121,619,153	79,423,610
2000-2001	734.26	344,745,442	178,616,676	65,249,049	75,226,209	25,653,509
2001-2002	761.83	572,401,469	366,903,265	67,206,683	36,298,664	101,992,857
2002-2003	973.89	550,392,817	415,054,393	61,990,603	14,050,389	59,297,432
2003-2004	889.84	566,596,936	433,702,276	40,649,298	22,074,084	70,171,278
2004-2005	532.25	861,367,319	605,676,135	48,199,141	36,540,923	170,951,120
2005-2006	739.36	544,980,424	400,141,101	44,413,886	56,928,834	43,496,603
2006-2007	804.47	645,818,347	481,082,587	46,454,743	44,781,735	73,499,282
2007-2008	825.97	784,333,128	634,586,156	56,998,231	28,551,730	64,197,012
2008-2009	712.58	789,971,035	602,705,638	49,883,984	30,629,805	106,751,608
2009-2010	712.60	365,774,044	137,425,359	46,432,805	131,547,154	50,368,726
2010-2011	535.30	820,820,583	559,282,060	47,670,320	25,402,265	188,465,937
2011-2012	467.30	720,949,611	428,139,914	56,917,134	71,495,438	164,397,124
Media	691.55	640,516,213	443,569,190	54,430,247	53,482,635	89,034,141

**ANEXO 3**  
**ESTADÍSTICAS HIDROMÉTRICAS <sup>109</sup>**  
**DISTRITO DE RIEGO 011 “ALTO RÍO LERMA”**  
**PERIODO 1997-2012**

---

<sup>109</sup> Notas.-

La información anexa fue proporcionada por la Gerencia de Distritos de Riego de la Comisión Nacional del Agua.

Las acotaciones al margen de cada cuadro provienen de las observaciones del investigador.

**AÑO AGRÍCOLA 1997-1998**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	4,892	5,908	10,800	0	0	0	0	0	0	5,831	7,057	12,888	10,723	12,965	23,688
SFR	25,263.0	30,570.0	55,833.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19,121.0	23,138.0	42,259.0	44,384.0	53,708.0	98,092.0
WS	129,502.0	156,709.0	286,211.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	152,690.0	184,769.0	337,459.0	282,192.0	341,478.0	623,670.0
LB	51.3	51.3	51.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.9	79.9	79.9	63.6	63.6	63.6
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	158	192	350	0	0	0	0	0	0	2,009	2,431	4,440	2,167	2,623	4,790
SFR <sup>2</sup>	860.0	1,041.0	1,901.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10,943.0	13,241.0	24,184.0	11,803.0	14,282.0	26,085.0
WS	3,614.0	4,373.0	7,987.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38,486.0	46,571.0	85,057.0	42,100.0	50,944.0	93,044.0
LB	42.0	42.0	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.2	35.2	35.2	35.7	35.7	35.7
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	5,050	6,100	11,150	0	0	0	0	0	0	7,840	9,488	17,328	12,890	15,588	28,478
SFR <sup>2</sup>	26,123.0	31,611.0	57,734.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30,064.0	36,379.0	66,443.0	56,187.0	67,990.0	124,177.0
WS	133,116.0	161,082.0	294,198.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	191,176.0	231,340.0	422,516.0	324,292.0	392,422.0	716,714.0
LB	51.0	51.0	51.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.6	63.6	63.6	57.7	57.7	57.7

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);

SFR<sup>2</sup>: Superficie cosechada en un segundo ciclo, esta superficie ya está considerada en SFR

WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);

LB: Lámina Bruta (en cm).

**AÑO AGRÍCOLA 1998-1999**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	2,232	1,302	3,534	0	0	0	0	0	0	896	627	1,523	3,128	1,929	5,057
SFR	11,159.0	7,811.0	18,970.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5,376.0	3,763.0	9,139.0	16,535.0	11,574.0	28,109.0
WS	87,247.0	61,073.0	148,320.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32,949.0	23,065.0	56,014.0	120,196.0	84,138.0	204,334.0
LB	78.2	78.2	78.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.3	61.3	61.3	72.7	72.7	72.7
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	8,724	9,686	18,410	0	0	0	0	0	0	3,802	4,301	8,103	12,526	13,987	26,513
SFR*	47,982.0	44,634.0	92,616.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23,117.0	21,504.0	44,621.0	71,099.0	66,138.0	137,237.0
WS	375,160.0	348,986.0	724,146.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	141,682.0	131,798.0	273,480.0	516,842.0	480,784.0	997,626.0
LB	78.2	78.2	78.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.3	61.3	61.3	72.7	72.7	72.7
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	10,956	10,988	21,944	0	0	0	0	0	0	4,698	4,928	9,626	15,654	15,916	31,570
SFR†	59,141.0	52,445.0	111,586.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28,493.0	25,267.0	53,760.0	87,634.0	77,712.0	165,346.0
WS	462,407.0	410,059.0	872,466.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	174,631.0	154,863.0	329,494.0	637,038.0	564,922.0	1,201,960.0
LB	78.2	78.2	78.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.3	61.3	61.3	72.7	72.7	72.7

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);

SFR\*: Cambio de criterio. En este año, su valor significa superficie cosechada; para encontrar la SFR correspondiente deberá dividir la cantidad entre 2. SFR no está considerada en esta superficie.

WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);

LB: Lámina Bruta (en cm).

**AÑO AGRÍCOLA 1999-2000**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	7,223	2,220	9,443	0	0	0	0	0	0	3,262	1,025	4,287	10,485	3,245	13,730
SFR	25,086.0	17,425.0	42,511.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9,541.0	11,562.0	21,103.0	34,627.0	28,987.0	63,614.0
WS	293,877.0	191,284.0	485,161.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	148,594.0	196,866.0	345,460.0	442,471.0	388,150.0	830,621.0
LB	117.1	109.8	114.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	155.7	170.3	163.7	127.8	133.9	130.6
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	1,973	596	2,569	0	0	0	0	0	0	3,079	967	4,046	5,052	1,563	6,615
SFR**	11,855.0	6,594.0	18,449.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8,672.0	12,570.0	21,242.0	20,527.0	19,164.0	39,691.0
WS	70,309.0	38,918.0	109,227.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43,363.0	62,855.0	106,218.0	113,672.0	101,773.0	215,445.0
LB	59.3	59.0	59.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0	50.0	55.4	53.1	54.3
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	9,196	2,816	12,012	0	0	0	0	0	0	6,341	1,992	8,333	15,537	4,808	20,345
SFR	36,941.0	24,019.0	60,960.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18,213.0	24,132.0	42,345.0	55,154.0	48,151.0	103,305.0
WS	364,186.0	230,202.0	594,388.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	191,957.0	259,721.0	451,678.0	556,143.0	489,923.0	1,046,066.0
LB	98.6	95.8	97.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4	107.6	106.7	100.8	101.7	101.3

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);

SFR\*\*: Cambio de criterio. En este año, su valor significa superficie física regada; su valor no está considerado en SFR.

WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);

LB: Lámina Bruta (en cm).

**AÑO AGRÍCOLA 2000-2001**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	9,976	2,584	12,560	0	0	0	0	0	0	2,489	1,091	3,580	12,465	3,675	16,140
SFR	35,921.0	23,350.0	59,271.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8,963.0	9,855.0	18,818.0	44,884.0	33,205.0	78,089.0
WS	170,609.3	110,906.0	281,515.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72,454.3	71,580.4	144,034.7	243,063.6	182,486.4	425,550.0
LB	47.5	47.5	47.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.8	72.6	76.5	54.2	55.0	54.5
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	376	68	444	0	0	0	0	0	0	2,122	1,377	3,499	2,498	1,445	3,943
SFR**	1,353.0	620.0	1,973.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7,642.0	12,443.0	20,085.0	8,995.0	13,063.0	22,058.0
WS	11,706.7	5,362.0	17,068.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87,906.3	151,216.5	239,122.8	99,613.0	156,578.5	256,191.5
LB	86.5	86.5	86.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	115.0	121.5	119.1	110.7	119.9	116.1
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	10,352	2,652	13,004	0	0	0	0	0	0	4,611	2,468	7,079	14,963	5,120	20,083
SFR	37,274.0	23,970.0	61,244.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16,605.0	22,298.0	38,903.0	53,879.0	46,268.0	100,147.0
WS	182,316.0	116,268.0	298,584.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	160,360.6	222,796.9	383,157.5	342,676.6	339,064.9	681,741.5
LB	48.9	48.5	48.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	96.6	99.9	98.5	63.6	73.3	68.1

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);  
 WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);  
 LB: Lámina Bruta (en cm).

SFR\*\*: Su valor significa superficie física regada; la cantidad no está considerado en SFR.

**AÑO AGRÍCOLA 2001-2002**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	3,736	790	4,526	0	0	0	0	0	0	1,502	788	2,290	5,238	1,578	6,816
SFR	14,230.0	7,205.0	21,435.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5,720.0	7,185.0	12,905.0	19,950.0	14,390.0	34,340.0
WS	122,069.0	61,807.0	183,876.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45,395.0	57,022.0	102,417.0	167,464.0	118,829.0	286,293.0
LB	85.8	85.8	85.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.4	79.4	79.4	83.9	82.6	83.4
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	7,012	1,741	8,753	0	0	0	0	0	0	2,156	1,411	3,567	9,168	3,152	12,320
SFR**	26,710.0	15,880.0	42,590.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8,213.0	12,874.0	21,087.0	34,923.0	28,754.0	63,677.0
WS	322,102.0	191,501.0	513,603.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92,049.0	144,288.0	236,337.0	414,151.0	335,789.0	749,940.0
LB	120.6	120.6	120.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	112.1	112.1	112.1	118.6	116.8	117.8
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	10,748	2,531	13,279	0	0	0	0	0	0	3,658	2,199	5,857	14,406	4,730	19,136
SFR	40,940.0	23,085.0	64,025.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13,933.0	20,059.0	33,992.0	54,873.0	43,144.0	98,017.0
WS	444,171.0	253,308.0	697,479.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	137,444.0	201,310.0	338,754.0	581,615.0	454,618.0	1,036,233.0
LB	108.5	109.7	108.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.6	100.4	99.7	106.0	105.4	105.7

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);

WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);

LB: Lámina Bruta (en cm).

SFR\*\*: Su valor significa superficie física regada; la cantidad no está considerado en SFR.



**AÑO AGRÍCOLA 2002-2003**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	2,975	300	3,275	0	0	0	0	0	0	1,356	802	2,158	4,331	1,102	5,433
SFR	11,330.0	2,732.0	14,062.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5,164.0	7,313.0	12,477.0	16,494.0	10,045.0	26,539.0
WS	94,753.0	22,847.8	117,600.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36,889.0	52,240.4	89,129.4	131,642.0	75,088.1	206,730.1
LB	83.6	83.6	83.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	71.4	71.4	71.4	79.8	74.8	77.9
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	7,821	1,888	9,709	0	0	0	0	0	0	2,545	1,544	4,089	10,366	3,432	13,798
SFR**	29,791.0	17,222.0	47,013.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9,694.0	14,083.0	23,777.0	39,485.0	31,305.0	70,790.0
WS	326,464.6	188,727.2	515,191.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97,111.5	141,079.1	238,190.6	423,576.1	329,806.4	753,382.4
LB	109.6	109.6	109.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.2	100.2	100.2	107.3	105.4	106.4
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	10,796	2,188	12,984	0	0	0	0	0	0	3,901	2,346	6,247	14,697	4,534	19,231
SFRT	41,121.0	19,954.0	61,075.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14,858.0	21,396.0	36,254.0	55,979.0	41,350.0	97,329.0
WS	421,217.5	211,575.0	632,792.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	134,000.5	193,319.5	327,320.0	555,218.0	404,894.5	960,112.5
LB	102.4	106.0	103.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.2	90.4	90.3	99.2	97.9	98.6

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);  
 WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);  
 LB: Lámina Bruta (en cm).

SFR\*\*: Su valor significa superficie física regada; la cantidad no está considerado en SFR.

**AÑO AGRÍCOLA 2003-2004**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	3,448	756	4,204	0	0	0	0	0	0	2,211	209	2,420	5,659	965	6,624
SFR	13,134.0	6,900.0	20,034.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8,420.0	1,902.0	10,322.0	21,554.0	8,802.0	30,356.0
WS	107,582.6	56,519.0	164,101.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56,917.6	12,857.2	69,774.8	164,500.2	69,376.2	233,876.4
LB	81.9	81.9	81.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.6	67.6	67.6	76.3	78.8	77.0
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	7,667	1,767	9,434	0	0	0	0	0	0	2,360	1,516	3,876	10,027	3,283	13,310
SFR**	29,205.0	16,113.0	45,318.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8,989.0	13,826.0	22,815.0	38,194.0	29,939.0	68,133.0
WS	345,310.2	190,514.7	535,824.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	91,879.1	141,357.1	233,236.2	437,189.3	331,871.8	769,061.1
LB	118.2	118.2	118.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	102.2	102.2	102.2	114.5	110.8	112.9
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	11,115	2,523	13,638	0	0	0	0	0	0	4,571	1,725	6,296	15,686	4,248	19,934
SFR	42,339.0	23,013.0	65,352.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17,409.0	15,728.0	33,137.0	59,748.0	38,741.0	98,489.0
WS	452,892.8	247,033.7	699,926.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	148,796.7	154,214.3	303,011.0	601,689.5	401,248.0	1,002,937.5
LB	107.0	107.3	107.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85.5	98.1	91.4	100.7	103.6	101.8

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);  
 WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);  
 LB: Lámina Bruta (en cm).

SFR\*\*: Su valor significa superficie física regada; la cantidad no está considerado en SFR.

**AÑO AGRÍCOLA 2004-2005**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	2,438	361	2,799	0	0	0	108	119	227	1,908	266	2,174	4,454	746	5,200
SFR	9,284.9	3,289.1	12,574.0	0.0	0.0	0.0	17.7	597.4	615.2	7,268.0	2,425.0	9,693.0	16,570.6	6,311.6	22,882.2
WS	97,692.0	37,238.0	134,930.0	0.0	0.0	0.0	7.3	2,058.0	2,065.3	66,831.0	22,298.0	89,129.0	164,530.3	61,594.0	226,124.3
LB	105.2	113.2	107.3	0.0	0.0	0.0	4.1	34.4	33.6	92.0	92.0	92.0	99.3	97.6	98.8
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	8,225	1,692	9,917	0	0	0	751	439	1,190	2,545	1,544	4,089	11,521	3,675	15,196
SFR**	31,329.6	15,430.2	46,759.8	0.0	0.0	0.0	2,724.9	2,071.0	4,795.9	9,694.0	14,083.0	23,777.0	43,748.5	31,584.2	75,332.7
WS	484,896.0	239,714.0	724,610.0	0.0	0.0	0.0	22,788.0	18,879.4	41,667.4	110,136.0	176,445.0	286,581.0	617,820.0	435,038.4	1,052,858.4
LB	154.8	155.4	155.0	0.0	0.0	0.0	83.6	91.2	86.9	113.6	125.3	120.5	141.2	137.7	139.8
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	10,663	2,053	12,716	0	0	0	859	558	1,417	4,453	1,810	6,263	15,975	4,421	20,396
SFRT	40,614.5	18,719.3	59,333.8	0.0	0.0	0.0	2,742.6	2,668.4	5,411.1	16,962.0	16,508.0	33,470.0	60,319.1	37,895.7	98,214.9
WS	582,588.0	276,952.0	859,540.0	0.0	0.0	0.0	22,795.3	20,937.4	43,732.7	176,967.0	198,743.0	375,710.0	782,350.3	496,632.4	1,278,982.7
LB	143.4	147.9	144.9	0.0	0.0	0.0	83.1	78.5	80.8	104.3	120.4	112.3	129.7	131.1	130.2

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);  
WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);  
LB: Lámina Bruta (en cm).

SFR\*\*: Su valor significa superficie física regada; la cantidad no está considerado en SFR.

**AÑO AGRÍCOLA 2005-2006**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	6,551	3,405	9,956	0	0	0	0	0	0	3,709	1,192	4,901	10,260	4,597	14,857
SFR	24,909.7	18,058.7	42,968.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12,619.3	11,281.8	23,901.1	37,529.0	29,340.5	66,869.5
WS	215,142.9	161,206.9	376,349.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90,603.5	93,048.6	183,652.1	305,746.4	254,255.5	560,001.9
LB	86.4	89.3	87.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	71.8	82.5	76.8	81.5	86.7	83.7
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	1,903	378	2,281	0	0	0	0	0	0	2,394	1,285	3,679	4,297	1,663	5,960
SFR**	7,592.2	3,216.1	10,808.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8,017.8	11,219.3	19,237.1	15,610.0	14,435.3	30,045.3
WS	109,510.9	41,482.6	150,993.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92,359.7	142,438.3	234,798.0	201,870.6	183,920.9	385,791.5
LB	144.2	129.0	139.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	115.2	127.0	122.1	129.3	127.4	128.4
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	8,454	3,783	12,237	0	0	0	0	0	0	6,103	2,477	8,580	14,557	6,260	20,817
SFR	32,501.9	21,274.7	53,776.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20,637.1	22,501.1	43,138.2	53,139.0	43,775.8	96,914.8
WS	324,653.8	202,689.5	527,343.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	182,963.2	235,486.9	418,450.1	507,617.0	438,176.4	945,793.4
LB	99.9	95.3	98.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.7	104.7	97.0	95.5	100.1	97.6

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);  
 WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);  
 LB: Lámina Bruta (en cm).

SFR\*\*: Su valor significa superficie física regada; la cantidad no está considerado en SFR.

**AÑO AGRÍCOLA 2006-2007**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	4,085	987	5,072	0	0	0	0	0	0	1,584	253	1,837	5,669	1,240	6,909
SFR	14,050.2	8,464.3	22,514.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5,445.5	4,161.7	9,607.2	19,495.7	12,626.0	32,121.7
WS	115,716.6	72,329.5	188,046.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42,709.2	36,259.8	78,968.9	158,425.7	108,589.2	267,015.0
LB	82.4	85.5	83.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	78.4	87.1	82.2	81.3	86.0	83.1
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	7,050	1,838	8,888	0	0	0	0	0	0	2,730	1,819	4,549	9,780	3,657	13,437
SFR**	24,243.4	15,751.7	39,995.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9,388.3	15,595.7	24,984.0	33,631.7	31,347.4	64,979.1
WS	282,112.1	178,192.4	460,304.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	96,591.9	163,612.2	260,204.1	378,704.0	341,804.6	720,508.6
LB	116.4	113.1	115.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	102.9	104.9	104.1	112.6	109.0	110.9
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	11,135	2,825	13,960	0	0	0	0	0	0	4,314	2,072	6,386	15,449	4,897	20,346
SFR	38,293.6	24,216.1	62,509.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14,833.8	19,757.3	34,591.1	53,127.4	43,973.4	97,100.8
WS	397,828.6	250,521.9	648,350.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	139,301.1	199,871.9	339,173.0	537,129.7	450,393.8	987,523.5
LB	103.9	103.5	103.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.9	101.2	98.1	101.1	102.4	101.7

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);  
 WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);  
 LB: Lámina Bruta (en cm).

SFR\*\*: Su valor significa superficie física regada; la cantidad no está considerado en SFR.

**AÑO AGRÍCOLA 2007-2008**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	3,513	1,353	4,866	0	0	0	966	276	1,242	2,205	1,407	3,612	6,684	3,036	9,720
SFR	9,618.5	5,707.1	15,325.6	0.0	0.0	0.0	3,391.3	1,574.9	4,966.2	6,507.0	7,439.8	13,946.7	19,516.8	14,721.7	34,238.5
WS	69,375.9	59,098.6	128,474.5	0.0	0.0	0.0	16,702.1	9,243.5	25,945.6	52,912.6	57,605.4	110,518.0	138,990.7	125,947.5	264,938.2
LB	72.1	103.6	83.8	0.0	0.0	0.0	49.2	58.7	52.2	81.3	77.4	79.2	71.2	85.6	77.4
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	7,048	2,964	10,012	0	0	0	926	313	1,239	2,052	2,231	4,283	10,026	5,508	15,534
SFR**	24,916.8	16,340.9	41,257.7	0.0	0.0	0.0	2,974.2	2,277.5	5,251.7	8,568.3	13,712.7	22,281.0	36,459.3	32,331.0	68,790.3
WS	395,014.3	245,859.9	640,874.2	0.0	0.0	0.0	23,774.3	18,060.8	41,835.1	92,619.2	149,134.0	241,753.2	511,407.9	413,054.7	924,462.6
LB	158.5	150.5	155.3	0.0	0.0	0.0	79.9	79.3	79.7	108.1	108.8	108.5	140.3	127.8	134.4
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	10,561	4,317	14,878	0	0	0	1,892	589	2,481	4,257	3,638	7,895	16,710	8,544	25,254
SFRT	34,535.3	22,048.0	56,583.2	0.0	0.0	0.0	6,365.5	3,852.3	10,217.9	15,075.2	21,152.5	36,227.7	55,976.0	47,052.8	103,028.8
WS	464,390.2	304,958.5	769,348.8	0.0	0.0	0.0	40,476.5	27,304.3	67,780.7	145,531.8	206,739.4	352,271.2	650,398.5	539,002.2	1,189,400.8
LB	134.5	138.3	136.0	0.0	0.0	0.0	63.6	70.9	66.3	96.5	97.7	97.2	116.2	114.6	115.4

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);  
 WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);  
 LB: Lámina Bruta (en cm).

SFR\*\*: Su valor significa superficie física regada; la cantidad no está considerado en SFR.

**AÑO AGRÍCOLA 2008/-2009**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	1,645	1,205	2,850	0	0	0	886	389	1,275	1,619	971	2,590	4,150	2,565	6,715
SFR	6,750.4	4,943.9	11,694.3	0.0	0.0	0.0	3,636.1	1,594.5	5,230.6	6,644.9	3,984.6	10,629.5	17,031.4	10,523.0	27,554.4
WS	70,579.1	34,134.1	104,713.2	0.0	0.0	0.0	14,227.2	12,641.1	26,868.3	51,449.9	39,837.7	91,287.6	136,256.2	86,612.9	222,869.0
LB	104.6	69.0	89.5	0.0	0.0	0.0	39.1	79.3	51.4	77.4	100.0	85.9	80.0	82.3	80.9
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	6,677	4,356	11,033	0	0	0	315	1,172	1,487	2,326	3,540	5,866	9,318	9,068	18,386
SFR**	27,398.4	17,872.2	45,270.7	0.0	0.0	0.0	1,294.5	4,807.2	6,101.7	9,546.1	14,526.4	24,072.6	38,239.1	37,205.8	75,444.9
WS	539,628.4	354,451.2	894,079.5	0.0	0.0	0.0	15,250.2	41,367.4	56,617.6	123,314.6	185,563.3	308,877.9	678,193.1	581,381.9	1,259,575.0
LB	197.0	198.3	197.5	0.0	0.0	0.0	117.8	86.1	92.8	129.2	127.7	128.3	177.4	156.3	167.0
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	8,322	5,561	13,883	0	0	0	1,201	1,561	2,762	3,945	4,511	8,456	13,468	11,633	25,101
SFRT	34,148.8	22,816.2	56,965.0	0.0	0.0	0.0	4,930.6	6,401.7	11,332.3	16,191.1	18,511.0	34,702.1	55,270.5	47,728.8	102,999.3
WS	610,207.4	388,585.3	998,792.7	0.0	0.0	0.0	29,477.4	54,008.5	83,485.9	174,764.4	225,401.1	400,165.5	814,449.3	667,994.8	1,482,444.0
LB	178.7	170.3	175.3	0.0	0.0	0.0	59.8	84.4	73.7	107.9	121.8	115.3	147.4	140.0	143.9

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);  
 WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);  
 LB: Lámina Bruta (en cm).

SFR\*\*: Su valor significa superficie física regada; la cantidad no está considerado en SFR.

**AÑO AGRÍCOLA 2009-2010**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	9,059	2,654	11,713	0	0	0	1,400	450	1,850	2,509	1,001	3,510	12,968	4,105	17,073
SFR	30,339.7	21,641.1	51,980.8	0.0	0.0	0.0	4,557.2	3,458.5	8,015.7	8,240.8	8,766.7	17,007.5	43,137.7	33,866.3	77,004.0
WS	179,358.4	127,262.4	306,620.8	0.0	0.0	0.0	15,786.6	11,035.6	26,822.2	53,748.9	66,761.3	120,510.1	248,893.9	205,059.2	453,953.2
LB	59.1	58.8	59.0	0.0	0.0	0.0	34.6	31.9	33.5	65.2	76.2	70.9	57.7	60.5	59.0
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	323	66	389	0	0	0	25	0	25	2,950	1,438	4,388	3,298	1,504	4,802
SFR**	904.5	567.0	1,471.5	0.0	0.0	0.0	65.6	0.0	65.6	9,676.3	13,494.5	23,170.8	10,646.4	14,061.5	24,707.9
WS	10,534.4	7,183.6	17,717.9	0.0	0.0	0.0	442.1	0.0	442.1	111,902.9	147,404.9	259,307.8	122,879.4	154,588.4	277,467.9
LB	116.5	126.7	120.4	0.0	0.0	0.0	67.4	0.0	67.4	115.6	109.2	111.9	115.4	109.9	112.3
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	9,382	2,720	12,102	0	0	0	1,425	450	1,875	5,459	2,439	7,898	16,266	5,609	21,875
SFR	31,244.2	22,208.1	53,452.3	0.0	0.0	0.0	4,622.8	3,458.5	8,081.3	17,917.1	22,261.2	40,178.3	53,784.1	47,927.8	101,711.9
WS	189,892.8	134,445.9	324,338.7	0.0	0.0	0.0	16,228.8	11,035.6	27,264.4	165,651.8	214,166.1	379,817.9	371,773.4	359,647.7	731,421.0
LB	60.8	60.5	60.7	0.0	0.0	0.0	35.1	31.9	33.7	92.5	96.2	94.5	69.1	75.0	71.9

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);  
 WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);  
 LB: Lámina Bruta (en cm).

SFR\*\*: Su valor significa superficie física regada; la cantidad no está considerado en SFR.



**AÑO AGRÍCOLA 2010-2011**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	3,134	822	3,956	0	0	0	539	118	657	1,109	518	1,627	4,782	1,458	6,240
SFR	10,567.8	6,934.7	17,502.5	0.0	0.0	0.0	1,816.8	997.3	2,814.0	3,737.9	4,370.7	8,108.6	16,122.4	12,302.7	28,425.1
WS	108,848.8	65,397.9	174,246.7	0.0	0.0	0.0	8,830.1	5,244.8	14,074.9	25,893.8	50,728.1	76,621.9	143,572.7	121,370.8	264,943.5
LB	103.0	94.3	99.6	0.0	0.0	0.0	48.6	52.6	50.0	69.3	116.1	94.5	89.1	98.7	93.2
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	6,868	1,668	8,536	0	0	0	736	272	1,008	2,989	1,874	4,863	10,593	3,814	14,407
SFR**	23,155.6	14,070.0	37,225.6	0.0	0.0	0.0	2,482.3	2,294.1	4,776.4	10,078.2	15,799.0	25,877.2	35,716.1	32,163.1	67,879.2
WS	372,303.6	229,371.0	601,674.6	0.0	0.0	0.0	21,534.1	18,163.1	39,697.2	133,268.4	221,701.0	354,969.4	527,106.1	469,235.0	996,341.2
LB	160.8	163.0	161.6	0.0	0.0	0.0	86.8	79.2	83.1	132.2	140.3	137.2	147.6	145.9	146.8
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	10,002	2,490	12,492	0	0	0	1,275	390	1,665	4,098	2,392	6,490	15,375	5,272	20,647
SFRT	33,723.4	21,004.7	54,728.1	0.0	0.0	0.0	4,299.1	3,291.3	7,590.4	13,816.0	20,169.8	33,985.8	51,838.5	44,465.8	96,304.3
WS	481,152.4	294,768.9	775,921.3	0.0	0.0	0.0	30,364.1	23,407.9	53,772.0	159,162.2	272,429.1	431,591.3	670,678.8	590,605.9	1,261,284.7
LB	142.7	140.3	141.8	0.0	0.0	0.0	70.6	71.1	70.8	115.2	135.1	127.0	129.4	132.8	131.0

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);  
 WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);  
 LB: Lámina Bruta (en cm).

SFR\*\*: Su valor significa superficie física regada; la cantidad no está considerado en SFR.

**AÑO AGRÍCOLA 2011-2012**  
**SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDO**

**011 ALTO RÍO LERMA, GTO**

	GRAVEDAD-PRESAS			GRAVEDAD-DERIVACIÓN			BOMBEO-CORRIENTES			BOMBEO DE POZOS			RESUMEN		
	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total	Ejidal	Privada	Total
<b>ÁREA FÍSICA EN QUE SE OBTUVO UN SOLO CULTIVO EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	6,721	1,174	7,895	0	0	0	1,500	254	1,754	1,906	737	2,643	10,127	2,165	12,292
SFR	20,573.5	6,373.8	26,947.3	0.0	0.0	0.0	4,755.2	2,645.8	7,401.0	4,294.7	5,389.9	9,684.6	29,623.5	14,409.4	44,032.9
WS	164,155.7	51,645.1	215,800.7	0.0	0.0	0.0	23,214.8	13,130.1	36,344.9	37,844.3	48,260.2	86,104.6	225,214.8	113,035.4	338,250.2
LB	79.8	81.0	80.1	0.0	0.0	0.0	48.8	49.6	49.1	88.1	89.5	88.9	76.0	78.4	76.8
<b>ÁREA FÍSICA QUE SE SEMBRÓ Y COSECHÓ DOS VECES EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	3,891	1,278	5,169	0	0	0	1	0	1	3,655	1,911	5,566	7,547	3,189	10,736
SFR**	14,007.3	11,325.0	25,332.3	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	2.9	11,557.9	14,759.7	26,317.6	25,568.1	26,084.8	51,652.9
WS	182,986.5	142,053.2	325,039.7	0.0	0.0	0.0	33.2	0.0	33.2	126,712.6	162,207.4	288,919.9	309,732.2	304,260.6	613,992.8
LB	130.6	125.4	128.3	0.0	0.0	0.0	114.5	0.0	114.5	109.6	109.9	109.8	121.1	116.6	118.9
<b>ÁREA FÍSICA TOTAL REGADA EN EL AÑO AGRÍCOLA</b>															
Usuarios	10,612	2,452	13,064	0	0	0	1,501	254	1,755	5,561	2,648	8,209	17,674	5,354	23,028
SFR	34,580.8	17,698.8	52,279.6	0.0	0.0	0.0	4,758.1	2,645.8	7,403.9	15,852.6	20,149.6	36,002.2	55,191.6	40,494.2	95,685.8
WS	347,142.2	193,698.3	540,840.4	0.0	0.0	0.0	23,248.0	13,130.1	36,378.1	164,556.9	210,467.6	375,024.5	534,947.0	417,296.0	952,243.0
LB	100.4	109.4	103.5	0.0	0.0	0.0	48.9	49.6	49.1	103.8	104.5	104.2	96.9	103.1	99.5

SFR: Superficie Física Regada (en hectáreas);  
 WS: Volumen Distribuido (en miles de metros cúbicos);  
 LB: Lámina Bruta (en cm).

SFR\*\*: Su valor significa superficie física regada; la cantidad no está considerado en SFR.

## ANEXO 4

### ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CONTRASTES ESTADÍSTICOS<sup>110</sup>

---

110

Los análisis fueron realizados utilizando los paquetes estadísticos Statistical Analysis Systems (S.A.S), Minitab Statistical Software y EViews

## Instrucciones en el paquete estadístico SAS

```

Data TCobb;
Input Y WD WD1 WD2 WD3 PPT JOR KMT KMT1 KMT2 KMT3 TVASMT TVASMT1 TVASMT2 IR DRA t;
LY= Log(Y); LWD= Log(WD); LWD1= Log(WD1); LWD2= Log(WD2); LWD3= Log(WD3); IUS= 1/IR;
LPPT= Log(PPT); LJOR= Log(JOR); LKMT= Log(KMT); LKMT1=Log(KMT1); LKMT2=Log(KMT2);
LKMT3=Log(KMT3); LTVASMT=Log(TVASMT); LTVASMT1=Log(TVASMT1); LTVASMT2=Log(TVASMT2);
LIUS=Log(IUS); LDRA=Log(DRA);

Cards;
8.73 1065.66 1277.89 1267.00 1422.00 594.94 2.575 60.59 36.48 00.01 00.01 1.00 0.01 0.01 1.69 1.37 1.00
10.44 716.70 1065.66 1277.89 1267.00 710.88 2.563 71.62 60.59 36.48 00.01 2.72 1.00 0.01 1.27 1.52 2.00
8.91 1201.62 716.70 1065.66 1277.89 597.12 3.242 35.74 71.62 60.59 36.48 0.44 2.72 1.00 1.72 1.39 3.00
9.90 1044.91 1201.62 716.70 1065.66 472.20 3.483 36.20 35.74 71.62 60.59 0.24 0.44 2.72 1.38 1.43 4.00
9.96 677.12 1044.91 1201.62 716.70 734.26 2.746 48.04 36.20 35.74 71.62 0.38 0.24 0.44 1.22 1.41 5.00
8.97 1035.67 677.12 1044.91 1201.62 761.83 2.907 41.13 48.04 36.20 35.74 0.26 0.38 0.24 1.65 1.41 6.00
7.98 960.02 1035.67 677.12 1044.91 973.89 2.680 33.95 41.13 48.04 36.20 0.18 0.26 0.38 1.68 1.30 7.00
9.26 1002.38 960.02 1035.67 677.12 889.84 2.905 54.64 33.95 41.13 48.04 0.21 0.18 0.26 1.69 1.33 8.00
9.09 1280.32 1002.38 960.02 1035.67 532.25 2.620 50.72 54.64 33.95 41.13 0.19 0.21 0.18 1.77 1.43 9.00
9.76 945.79 1280.32 1002.38 960.02 739.36 2.286 97.28 50.72 54.64 33.95 0.11 0.19 0.21 1.31 1.49 10.00
8.88 987.52 945.79 1280.32 1002.38 804.47 2.577 62.92 97.28 50.72 54.64 0.06 0.11 0.19 1.67 1.37 11.00
8.62 1189.40 987.52 945.79 1280.32 608.52 2.695 115.48 62.92 97.28 50.72 0.02 0.06 0.11 1.67 1.39 12.00
8.97 1482.44 1189.40 987.52 945.79 644.23 2.657 107.37 115.48 62.92 97.28 0.08 0.02 0.06 1.73 1.43 13.00
9.80 731.42 1482.44 1189.40 987.52 731.20 2.247 72.04 107.37 115.48 62.92 0.07 0.08 0.02 1.24 1.28 14.00
9.24 1261.28 731.42 1482.44 1189.40 571.12 2.548 21.60 72.04 107.37 115.48 0.07 0.07 0.08 1.70 1.45 15.00
9.20 952.24 1261.28 731.42 1482.44 491.04 2.222 33.43 21.60 72.04 107.37 0.06 0.07 0.07 1.54 1.32 16.00

Proc sort;
by Y;
Title 'Conjunto ordenado de manera ascendente por Y';
Proc print; var Y WD WD1 WD2 WD3 PPT JOR KMT KMT1 KMT2 KMT3 IUS DRA;
Proc corr; var Y WD WD1 WD2 WD3 PPT JOR KMT KMT1 KMT2 KMT3 IUS DRA;
Title 'Análisis de correlación entre variables';
Proc reg;
Title 'Selección de variables a través del método Adjrsq';
Model LY = LWD LIUS LKMT2 LJOR LWD1 LWD2 LWD3 t / Selection= ADJRSQ Best=10
P Dw Collin AIC R Cp Jp Vif Acov Press Mse B SS1 SS2 Start=0 Stop=10 include=4;
Output out=a residual = Res H= Leverage Dffits= Dfts Cookd= Cook;
Proc Print; var Res Leverage Dfts Cook;
Proc nlin converge=.0000001 method = Gauss Listall best= 10 Hougaard;
Title "Estimación del modelo no lineal";
parms b0=0 to 1 by 0.001
b1=0 to 1 b2=0 to 1 b3=0 to 1
b4=0 to 1 b5=0 to 1 b6=0 to 1 b7=0 to 1;
Model Y=b0*WD**b1*WD1**b2*WD2**b3*WD3**b4*JOR**b5*IUS**b6*KMT2**b7;
der.b0=1;
der.b1=b1*b0*(WD**(b1-1)*WD1**b2*WD2**b3*WD3**b4*JOR**b5*IUS**b6*KMT2**b7);
der.b2=b2*b0*(WD**(b1)*WD1**(b2-1)*WD2**b3*WD3**b4*JOR**b5*IUS**b6*KMT2**b7);
der.b3=b3*b0*(WD**(b1)*WD1**b2*WD2**(b3-1)*WD3**b4*JOR**b5*IUS**b6*KMT2**b7);
der.b4=b4*b0*(WD**(b1)*WD1**b2*WD2**b3*WD3**(b4-1)*JOR**b5*IUS**b6*KMT2**b7);
der.b5=b5*b0*(WD**(b1)*WD1**b2*WD2**b3*WD3**b4*JOR**(b5-1)*IUS**b6*KMT2**b7);
der.b6=b6*b0*(WD**(b1)*WD1**b2*WD2**b3*WD3**b4*JOR**b5*IUS**(b6-1)*KMT2**b7);
der.b7=b7*b0*(WD**(b1)*WD1**b2*WD2**b3*WD3**b4*JOR**b5*IUS**b6*KMT2**(b7-1));
Output out=b residual = Res H= Leverage Predicted = Yest;
Proc Print; var Res Leverage Yest;
Proc glm;
Title 'Estimación del modelo seleccionado';
Model Y= WD**.0895 WD1**.0330 WD2**.1050 WD3**.0191 JOR**.1185 IUS**.4877 KMT2**.00374 /
P Cli Clm E1 E2 Aliasing Intercept;
run;

```

### Conjunto ordenado de manera ascendente por Y

Obs	Y	WD	WD1	WD2	WD3	PPT	JOR
1	7.98	960.02	1035.67	677.12	1044.91	973.89	2.680
2	8.62	1189.40	987.52	945.79	1280.32	608.52	2.695
3	8.73	1065.66	1277.89	1267.00	1422.00	594.94	2.575
4	8.88	987.52	945.79	1280.32	1002.38	804.47	2.577
5	8.91	1201.62	716.70	1065.66	1277.89	597.12	3.242
6	8.97	1035.67	677.12	1044.91	1201.62	761.83	2.907
7	8.97	1482.44	1189.40	987.52	945.79	644.23	2.657
8	9.09	1280.32	1002.38	960.02	1035.67	532.25	2.620
9	9.20	952.24	1261.28	731.42	1482.44	491.04	2.222
10	9.24	1261.28	731.42	1482.44	1189.40	571.12	2.548
11	9.26	1002.38	960.02	1035.67	677.12	889.84	2.905
12	9.76	945.79	1280.32	1002.38	960.02	739.36	2.286
13	9.80	731.42	1482.44	1189.40	987.52	731.20	2.247
14	9.90	1044.91	1201.62	716.70	1065.66	472.20	3.483
15	9.96	677.12	1044.91	1201.62	716.70	734.26	2.746
16	10.44	716.70	1065.66	1277.89	1267.00	710.88	2.563

Obs	KMT	KMT1	KMT2	KMT3	IUS	DRA
1	33.95	41.13	48.04	36.20	0.59524	1.30
2	115.48	62.92	97.28	50.72	0.59880	1.39
3	60.59	36.48	0.01	0.01	0.59172	1.37
4	62.92	97.28	50.72	54.64	0.59880	1.37
5	35.74	71.62	60.59	36.48	0.58140	1.39
6	41.13	48.04	36.20	35.74	0.60606	1.41
7	107.37	115.48	62.92	97.28	0.57803	1.43
8	50.72	54.64	33.95	41.13	0.56497	1.43
9	33.43	21.60	72.04	107.37	0.64935	1.32
10	21.60	72.04	107.37	115.48	0.58824	1.45
11	54.64	33.95	41.13	48.04	0.59172	1.33
12	97.28	50.72	54.64	33.95	0.76336	1.49
13	72.04	107.37	115.48	62.92	0.80645	1.28
14	36.20	35.74	71.62	60.59	0.72464	1.43
15	48.04	36.20	35.74	71.62	0.81967	1.41
16	71.62	60.59	36.48	0.01	0.78740	1.52

## Estadísticos Básicos

Variable	N	Media	Desviación típica	Suma	Mínimo	Máximo
Y	16	9.23188	0.61198	147.71000	7.98000	10.44000
WD	16	1033.40634	217.48388	16534.50139	677.12000	1482.44403
WD1	16	1053.75915	224.50617	16860.14639	677.12000	1482.44403
WD2	16	1054.11636	224.86293	16865.86172	677.12000	1482.44403
WD3	16	1097.27754	225.07026	17556.44070	677.12000	1482.44403
PPT	16	678.57132	140.39659	10857.14119	472.20000	973.89000
JOR	16	2.68467	0.33323	42.95471	2.22201	3.48328
KMT	16	58.92161	27.82096	942.74583	21.60087	115.47711
KMT1	16	59.11214	27.64454	945.79431	21.60087	115.47711
KMT2	16	57.76209	30.02232	924.19345	0.01000	115.47711
KMT3	16	53.25946	32.99234	852.15135	0.01000	115.47711
IUS	16	0.65287	0.09250	10.44584	0.56497	0.81967
DRA	16	1.39500	0.06593	22.32000	1.28000	1.52000

## Análisis de correlación entre variables

### Procedimiento CORR

13 Variables:    Y            WD            WD1            WD2            WD3            PPT            JOR  
                   KMT            KMT1            KMT2            KMT3            IUS            DRA

Coeficientes de correlación Pearson, N = 16  
 Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	Y	WD	WD1	WD2	WD3	PPT	JOR
Y	1.00000	-0.53075	0.30357	0.28892	-0.22479	-0.21745	-0.04466
		0.0344	0.2530	0.2778	0.4026	0.4185	0.8695
WD	-0.53075	1.00000	-0.33010	-0.11345	0.16891	-0.38345	0.24001
		0.0344	0.2118	0.6757	0.5317	0.1426	0.3706
WD1	0.30357	0.33010	1.00000	-0.22833	-0.04423	-0.11095	-0.46196
		0.2530	0.2118	0.3950	0.8708	0.6825	0.0716
WD2	0.28892	-0.11345	-0.22833	1.00000	-0.03653	0.04419	-0.24315
		0.2778	0.6757	0.3950	0.8932	0.8709	0.3642
WD3	-0.22479	0.16891	-0.04423	-0.03653	1.00000	-0.53461	-0.12499
		0.4026	0.5317	0.8708	0.8932	0.0329	0.6446
PPT	-0.21745	-0.38345	-0.11095	0.04419	-0.53461	1.00000	-0.12428
		0.4185	0.1426	0.6825	0.8709	0.0329	0.6465
JOR	-0.04466	0.24001	-0.46196	-0.24315	-0.12499	-0.12428	1.00000
		0.8695	0.3706	0.0716	0.3642	0.6465	
KMT	0.06008	0.13535	0.38957	0.03198	-0.12992	0.07462	-0.30845
		0.8251	0.6172	0.1358	0.9064	0.7836	0.2451
KMT1	-0.01607	0.28916	0.05013	0.39683	-0.14586	0.06619	-0.18928
		0.9529	0.2774	0.8537	0.1280	0.8076	0.4826
KMT2	0.08836	0.10672	0.08924	-0.00142	0.04031	-0.21925	-0.15304
		0.7449	0.6940	0.7424	0.9958	0.4146	0.5715
KMT3	-0.00928	0.29838	-0.00938	-0.05598	-0.12277	-0.30043	-0.15533
		0.9728	0.2616	0.9725	0.8369	0.2582	0.5657
IUS	0.82169	-0.79852	0.51458	0.11324	-0.25363	0.05514	-0.20131
		0.0001	0.0002	0.0414	0.6763	0.8393	0.4547
DRA	0.49247	0.15155	-0.22662	0.29868	0.04039	-0.29985	0.12739
		0.0526	0.5753	0.3987	0.2611	0.2592	0.6383

Coeficientes de correlación Pearson, N = 16  
 Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	KMT	KMT1	KMT2	KMT3	IUS	DRA
Y	0.06008	-0.01607	0.08836	-0.00928	0.82169	0.49247
	0.8251	0.9529	0.7449	0.9728	0.0001	0.0526
WD	0.13535	0.28916	0.10672	0.29838	-0.79852	0.15155
	0.6172	0.2774	0.6940	0.2616	0.0002	0.5753
WD1	0.38957	0.05013	0.08924	-0.00938	0.51458	-0.22662
	0.1358	0.8537	0.7424	0.9725	0.0414	0.3987
WD2	0.03198	0.39683	-0.00142	-0.05598	0.11324	0.29868
	0.9064	0.1280	0.9958	0.8369	0.6763	0.2611
WD3	-0.12992	-0.14586	0.04031	-0.12277	-0.25363	0.04039
	0.6315	0.5899	0.8822	0.6506	0.3432	0.8819
PPT	0.07462	0.06619	-0.21925	-0.30043	0.05514	-0.29985
	0.7836	0.8076	0.4146	0.2582	0.8393	0.2592
JOR	-0.30845	-0.18928	-0.15304	-0.15533	-0.20131	0.12739
	0.2451	0.4826	0.5715	0.5657	0.4547	0.6383
KMT	1.00000	0.44604	0.10091	-0.16006	0.12765	0.22198
		0.0833	0.7100	0.5538	0.6376	0.4087
KMT1	0.44604	1.00000	0.44339	0.21476	-0.05295	0.02651
			0.0854	0.4244	0.8456	0.9224
KMT2	0.10091	0.44339	1.00000	0.63076	0.13417	-0.18003
				0.0088	0.6203	0.5046
KMT3	-0.16006	0.21476	0.63076	1.00000	-0.08792	-0.16856
					0.7461	0.5326
IUS	0.12765	-0.05295	0.13417	-0.08792	1.00000	0.19606
						0.4668
DRA	0.22198	0.02651	-0.18003	-0.16856	0.19606	1.00000
	0.4087	0.9224	0.5046	0.5326	0.4668	



## Selección de variables

Procedimiento REG  
Modelo: Tipo Cobb-Douglas

Variable dependiente: LY

Método de selección R-cuadrado ajustado

Number in Model	Adjusted R-Square	R-Square	C(p)	AIC	J(p)	MSE	-Parámetros estimados-
							Intercept
4	0.5951	0.7031	3.9745	-97.2512	0.0023	0.00178	1.64650
5	0.6791	0.7861	3.1856	-100.4986	0.0019	0.00141	0.93956
6	0.6462	0.7877	5.1317	-98.6190	0.0022	0.00156	0.73489
6	0.6458	0.7875	5.1395	-98.6016	0.0022	0.00156	0.90645
6	0.6436	0.7862	5.1825	-98.5054	0.0023	0.00157	0.91802
7	0.6075	0.7907	7.0311	-96.8463	0.0026	0.00173	0.57694
7	0.6038	0.7887	7.0979	-96.6950	0.0026	0.00175	0.56897
7	0.6015	0.7875	7.1392	-96.6021	0.0026	0.00176	0.90055
5	0.5946	0.7297	5.0789	-96.7565	0.0025	0.00179	1.99782
6	0.5595	0.7357	6.8789	-95.1129	0.0028	0.00194	2.18283
5	0.5575	0.7050	5.9102	-95.3547	0.0027	0.00195	1.60487

Number in Model	Adjusted R-Square	-----Parámetros estimados-----					
		LWD	LKMT2	LJOR	LIUS	LWD1	LWD2
4	0.5951	0.11086	0.00032962	0.04778	0.55354	.	.
5	0.6791	0.11733	0.00211	0.07559	0.54694	.	0.09024
6	0.6462	0.10647	0.00298	0.09633	0.51219	0.02349	0.10155
6	0.6458	0.12801	0.00322	0.04146	0.54508	.	0.08997
6	0.6436	0.11647	0.00219	0.07691	0.54694	.	0.09073
7	0.6075	0.11773	0.00519	0.05314	0.49133	0.03562	0.10697
7	0.6038	0.09871	0.00364	0.10988	0.49778	0.03324	0.10809
7	0.6015	0.12761	0.00323	0.04232	0.54511	.	0.09012
5	0.5946	0.14621	-0.00164	-0.00446	0.65622	-0.07112	.
6	0.5595	0.15758	-0.00243	-0.01990	0.66746	-0.07911	.
5	0.5575	0.12350	0.00165	0.00756	0.55132	.	.

Number in Model	Adjusted R-Square	--Parámetros estimados--	
		LWD3	t
4	0.5951	.	.
5	0.6791	.	.
6	0.6462	.	.
6	0.6458	.	-0.00118
6	0.6436	0.00323	.
7	0.6075	.	-0.00186
7	0.6038	0.01216	.
7	0.6015	0.00095490	-0.00116
5	0.5946	.	.
6	0.5595	-0.02658	.

Selección de variables Adjrsq

Procedimiento REG  
 Modelo: Tipo Cobb-Douglas  
 Variable dependiente: LY

Método de selección R-cuadrado ajustado

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	0.05214	0.00745	4.27	0.0295
Error	8	0.01397	0.00175		
Total corregido	15	0.06611			

Root MSE	0.04179	R-cuadrado	0.7887
Media dependiente	2.22060	Adj R-Sq	0.6038
Coeff Var	1.88184		

Parámetros estimados

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	F-Valor	Pr > F	Type I SS	Type II SS	Variance Inflation
Término i	1	0.56897	1.38283	45181.00	0.0001	78.89699	0.00030	0
LWD	1	0.09871	0.11070	11.71	0.0091	0.02044	0.00139	4.96221
LKMT2	1	0.00364	0.00644	1.30	0.2870	0.00227	0.00056	2.72800
LJOR	1	0.10988	0.14437	0.18	0.6849	0.00031	0.00101	2.60118
LIUS	1	0.49778	0.21944	13.90	0.0058	0.02346	0.00899	7.51690
LWD1	1	0.03324	0.10762	1.49	0.2565	0.00261	0.00017	4.99235
LWD2	1	0.10809	0.07629	9.00	0.0171	0.01572	0.00351	2.51498
LWD3	1	0.01216	0.06229	1.04	0.3386	0.00899	0.00007	1.58470

Diagnósticos de colinealidad

Número	Autovalor	Condition Index	-----Proporción de la variación-----				
			Término i	LWD	LKMT2	LJOR	LIUS
1	7.54912	1.00000	0.00000996	0.00000325	0.00167	0.00009297	0.0001788
2	0.37068	4.51283	0.00000119	0.00000445	0.34591	0.00010784	0.00139
3	0.06600	10.69522	0.00002879	0.00002031	0.02569	0.00044883	0.13479
4	0.01206	25.01799	0.00007216	0.00017560	0.00487	0.47825	0.00778
5	0.01180	25.29339	0.000000356	0.00177	0.0002290	0.00189	0.0001392
6	0.007609	31.49810	0.00058452	0.00340	0.0009479	0.00020515	0.01918
7	0.001625	68.15873	0.03780	0.91145	0.09648	0.07078	0.46427
8	0.000414	135.03551	0.96151	0.08317	0.52421	0.44822	0.37227

Número	-----Proporción de la variación-----		
	LWD1	LWD2	LWD3
1	0.00000340	0.00000678	0.00001006
2	0.00000486	0.00001036	0.00001664
3	0.00018712	0.00024303	0.00023646
4	0.00084686	0.00097853	0.00155
5	0.04615	0.22452	0.01374
6	0.05691	0.01035	0.55753
7	0.08826	0.01377	0.02063
8	0.80764	0.75012	0.40629

Consistent Covariance of Estimates

Variable	Término i	LWD	LKMT2	LJOR
Término i	0.9256514699	-0.025124531	-0.001690677	-0.043257342
LWD	-0.025124531	0.0044076334	-0.000076792	-0.000452129
LKMT2	-0.001690677	-0.000076792	0.0000083475	0.0001048425
LJOR	-0.043257342	-0.000452129	0.0001048425	0.0054012571
LIUS	-0.037964915	0.0066883063	-0.000148247	-0.000976242
LWD1	-0.029229533	-0.001015878	0.0001212648	0.0022212715
LWD2	-0.048000578	0.0006175117	0.0000945044	0.0033491893
LWD3	-0.026151637	0.0000963176	0.0000772404	0.0002343705

Variable	LIUS	LWD1	LWD2	LWD3
Término i	-0.037964915	-0.029229533	-0.048000578	-0.026151637
LWD	0.0066883063	-0.001015878	0.0006175117	0.0000963176
LKMT2	-0.000148247	0.0001212648	0.0000945044	0.0000772404
LJOR	-0.000976242	0.0022212715	0.0033491893	0.0002343705
LIUS	0.0138392163	-0.002417214	0.0007566825	0.0014421267
LWD1	-0.002417214	0.0021676036	0.0018903455	0.0006560622
LWD2	0.0007566825	0.0018903455	0.0032933336	0.0006294693
LWD3	0.0014421267	0.0006560622	0.0006294693	0.0023951178

Número de observaciones 16  
 1st Autocorrelación de orden 0.197

Output Statistics

Observación	Dependent Variable	Predicted Value	Std Error Mean	Std Error Predict Residual	Std Error Residual	Student Residual	-2	-1	0	1	2
1	2.0769	2.1308	0.0296	-0.053828	0.0295	-1.825		***			
2	2.1541	2.1951	0.0176	-0.040993	0.0379	-1.082		**			
3	2.1668	2.1729	0.0416	-0.006158	0.00428	-1.437		**			
4	2.1838	2.1978	0.0255	-0.013949	0.0331	-0.421					
5	2.1872	2.2022	0.0255	-0.015031	0.0331	-0.454					
6	2.1939	2.1896	0.0280	0.004291	0.0310	0.138					
7	2.1939	2.2033	0.0297	-0.009381	0.0294	-0.319					
8	2.2072	2.1660	0.0180	0.041177	0.0377	1.092				**	
9	2.2192	2.1733	0.0313	0.045904	0.0277	1.659				***	
10	2.2235	2.2239	0.0294	-0.000367	0.0297	-0.0123					
11	2.2257	2.1785	0.0306	0.047199	0.0284	1.659				***	
12	2.2783	2.2845	0.0322	-0.006248	0.0267	-0.234					
13	2.2824	2.3110	0.0293	-0.028663	0.0298	-0.963		*			
14	2.2925	2.2786	0.0369	0.013915	0.0197	0.708				*	
15	2.2986	2.3149	0.0312	-0.016297	0.0278	-0.587				*	
16	2.3456	2.3072	0.0275	0.038428	0.0314	1.222				**	

Suma de residuales 0  
 Suma de residuales cuadrados 0.01397  
 Residual predicho SS (PRESS) 0.39590

Obs	Res	Leverage
1	-0.053828	0.50197
2	-0.040993	0.17768
3	-0.006158	0.98949
4	-0.013949	0.37142
5	-0.015031	0.37326
6	0.004291	0.44810
7	-0.009381	0.50362
8	0.041177	0.18548
9	0.045904	0.56168
10	-0.000367	0.49352
11	0.047199	0.53659
12	-0.006248	0.59228
13	-0.028663	0.49298
14	0.013915	0.77884
15	-0.016297	0.55898
16	0.038428	0.43412

Selección de variables Adjrsq  
 Procedimiento REG  
 Modelo: Tipo Cobb-Douglas  
 Variable dependiente: LY

Resumen del modelo

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	0.05214	0.00745	4.27	0.0295
Error	8	0.01397	0.00175		
Total corregido	15	0.06611			

Root MSE	0.04179	R-cuadrado	0.7887
Media dependiente	2.22060	Adj R-Sq	0.6038
Coeff Var	1.88184		

Parámetros estimados

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	F-Valor	Pr > F	Type I SS	Type II SS	Variance Inflation
Término i	1	0.56897	1.38283	45181.00	0.0001	78.89699	0.00030	0
LWD	1	0.09871	0.11070	11.71	0.0091	0.02044	0.00139	4.96221
LKMT2	1	0.00364	0.00644	1.30	0.2870	0.00227	0.00056	2.72800
LJOR	1	0.10988	0.14437	0.18	0.6849	0.00031	0.00101	2.60118
LIUS	1	0.49778	0.21944	13.90	0.0058	0.02346	0.00899	7.51690
LWD1	1	0.03324	0.10762	1.49	0.2565	0.00261	0.00017	4.99235
LWD2	1	0.10809	0.07629	9.00	0.0171	0.01572	0.00351	2.51498
LWD3	1	0.01216	0.06229	1.04	0.3386	0.00899	0.00007	1.58470

The above model is the best model found

Durbin-Watson D	1.293
Número de observaciones	16
1st Autocorrelación de orden	0.197

Procedimiento NLIN

Parámetro	Estimación	Approx Std Error	Asimetría
b0	1.8125	2.4352	
b1	0.0895	0.1069	-0.0135
b2	0.0330	0.1028	0.0133
b3	0.1050	0.0745	0.0093
b4	0.0191	0.0593	0.0113
b5	0.1185	0.1371	0.0055
b6	0.4877	0.2108	-0.0101
b7	0.00374	0.00624	0.0220

Resultados del test

Test	Type	Statistic	Pr > ChiSq	Label
Test0	Wald	3517.0	<.0001	b0-1.8125=0, der.b1- 0.895=0, der.b2- 0.0330=0, der.b3- 0.1050=0, der.b4- 0.0191=0, der.b5- 0.1185=0, der.b6- 0.4877=0, der.b7- 0.00374=0

La medida de asimetría de Hougaard, para cada uno de los parámetros, es menor que 0.1 por tanto su comportamiento es lineal y cumple con lo postulado por Ratkowsky<sup>112</sup> en 1990. Es decir, es un modelo de parámetros que tienen propiedades similares a los producidos por los modelos de regresión lineal: Los parámetros se comportan insesgados, eficientes, consistentes y su distribución es normal.

Approximate Correlation Matrix

	b0	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7
b0	1.0000000	0.0388942	-0.8010055	-0.8289049	-0.5800183	-0.6702411	0.3158007	-0.6143300
b1	0.0388942	1.0000000	-0.4920440	-0.3103632	-0.3179524	-0.4478107	0.8589894	-0.4761689
b2	-0.8010055	-0.4920440	1.0000000	0.7237739	0.4195779	0.7339462	-0.7133195	0.7026604
b3	-0.8289049	-0.3103632	0.7237739	1.0000000	0.3969519	0.6403852	-0.5015846	0.6298452
b4	-0.5800183	-0.3179524	0.4195779	0.3969519	1.0000000	0.4440893	-0.2849283	0.4807377
b5	-0.6702411	-0.4478107	0.7339462	0.6403852	0.4440893	1.0000000	-0.5144326	0.5455522
b6	0.3158007	0.8589894	-0.7133195	-0.5015846	-0.2849283	-0.5144326	1.0000000	-0.6242955
b7	-0.6143300	-0.4761689	0.7026604	0.6298452	0.4807377	0.5455522	-0.6242955	1.0000000

<sup>112</sup> Ratkowsky, D. (1990). Handbook of Nonlinear Regression Models. Marcel Dekker: New York and Basel.

## Ecuación Resultante

$$\begin{aligned} \ln(Y) = & 0.5947 + 0.0895*\ln(W_D) + 0.0330*\ln(W_{D-1}) + 0.1050*\ln(W_{D-2}) + 0.0191*\ln(W_{D-3}) + \\ & 0.4877*\ln(I_{US}) + 0.1185*\ln(J_{OR}) + 0.00374*\ln(K_{MT-2}) \end{aligned} \quad ^{113}$$

Al transformar al modelo tipo Cobb-Douglas se tendría:

$$\hat{Y} = 1.8125 * \langle W_D^{0.0895} * W_{D-1}^{0.0330} * W_{D-2}^{0.1050} * W_{D-3}^{0.0191} * I_{US}^{0.4877} * J_{OR}^{0.1185} * K_{MT-2}^{0.00374} \rangle$$

Dónde:

$\hat{Y}$ : Estimador de la producción por unidad de superficie en el año t, Ton/ha.

1.7664: Valor del intercepto.

$W_D$ : Volumen anual distribuido en el año t, Mm<sup>3</sup>

$W_{D-1}$ : Volumen anual distribuido con un retardo, es decir en t-1, Mm<sup>3</sup>

$W_{D-2}$ : Volumen anual distribuido con dos retardos, es decir en t-2, Mm<sup>3</sup>

$W_{D-3}$ : Volumen anual distribuido con tres retardos, es decir en t-3, Mm<sup>3</sup>

$K_{MT-2}$ : Inversión en rehabilitación, modernización y/o tecnificación, Millones de pesos. Variable con dos retardos (t-2).

$J_{OR}$ : Mano de obra necesaria para la producción en el año t, jornales generados.

$I_{US}$ : Índice de uso del suelo, es el resultado de dividir la superficie física regada entre la superficie cosechada en el año t, adimensional.

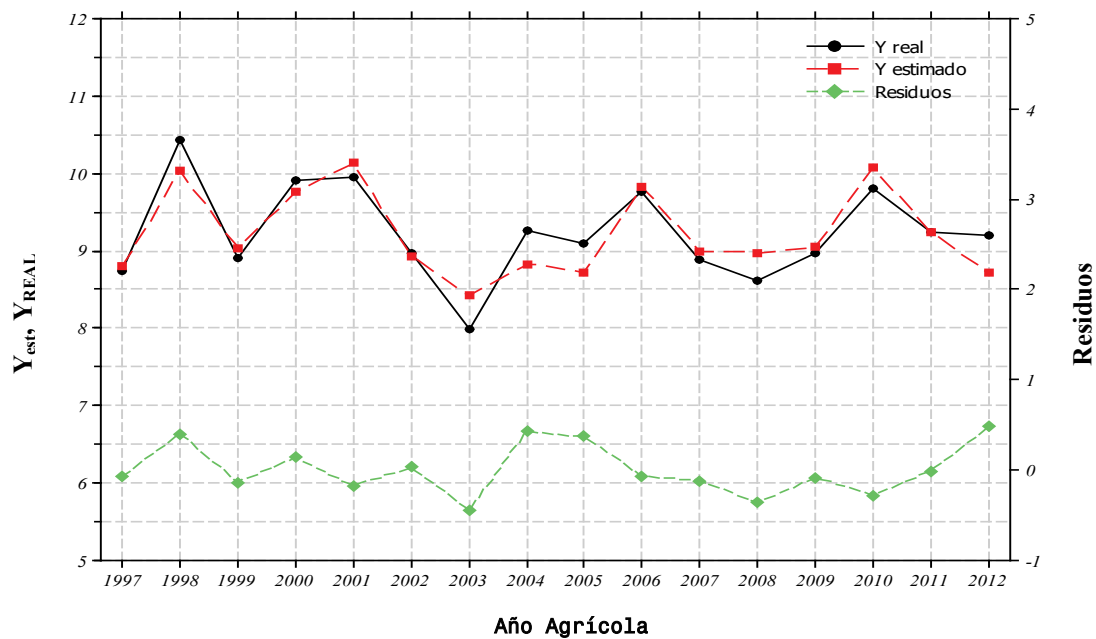
---

<sup>113</sup> La linealización se lleva a cabo afectando con logaritmos naturales (Ln) ambos lados de la expresión.

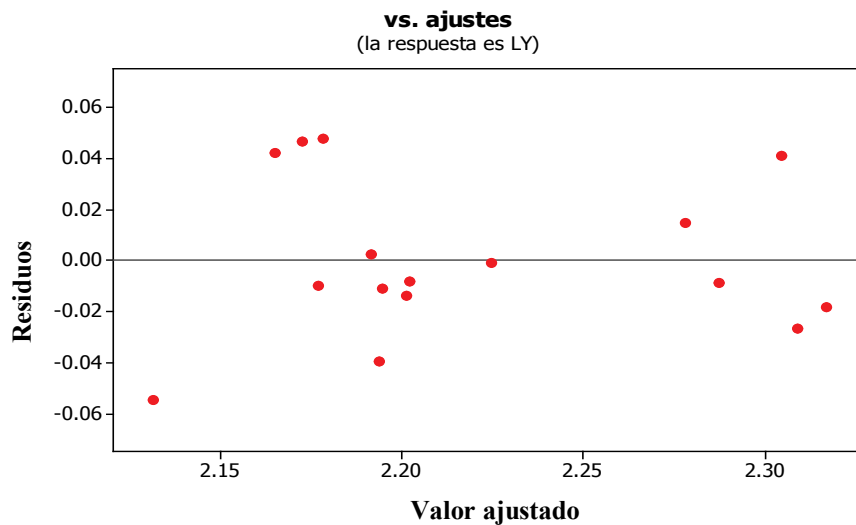
## Análisis de la Regresión.

### a) Forma Funcional.

Sustituyendo los valores de las variables explicativas en el modelo tipo Cobb-Douglas obtenido tras la regresión se tiene que la forma funcional modela adecuadamente cualquier curvatura presente. Es decir, existe una buena relación entre el modelo resultante y los valores de beneficio neto obtenidos de campo. Lo cual se corrobora en la siguiente gráfica:



### b) Los residuos tienen una varianza constante





La gráfica de residuos vs los valores ajustados muestra un patrón aleatorio, lo que sugiere que los residuos tienen una varianza constante.

Es decir:

- No muestra series de puntos crecientes o decrecientes.
- No muestra predominancia de residuos positivos o de residuos negativos.
- No muestra patrones, tales como residuos crecientes, con ajustes crecientes.
- Se encuentran distribuidos en una franja que hace pensar en homogeneidad de la varianza de las observaciones.

#### Tabla de análisis de varianza (ANOVA)

Se utiliza para determinar si los predictores o factores se relacionan significativamente con la respuesta.

Variable	DF	Parameter		F-Valor	Pr > F	Type I SS
		Estimate	Standard Error			
Término i	1	0.56897	1.38283	45181.00	0.0001	78.89699
LWD	1	0.09871	0.11070	11.71	0.0091	0.02044
LKMT2	1	0.00364	0.00644	1.30	0.2870	0.00227
LJOR	1	0.10988	0.14437	0.18	0.6849	0.00031
LIUS	1	0.49778	0.21944	13.90	0.0058	0.02346
LWD1	1	0.03324	0.10762	1.49	0.2565	0.00261
LWD2	1	0.10809	0.07629	9.00	0.0171	0.01572
LWD3	1	0.01216	0.06229	1.04	0.3386	0.00899

Los estadísticos fueron corregidos (residuos tipo II S) de acuerdo con la metodología de White (1980), con el fin de que sean consistentes respecto a un posible problema de Heteroscedasticidad de los residuos. Sin embargo, no se encontró un cambio en la significancia de las variables explicativas.

Para  $\alpha = 0.05$  la tabla de análisis de varianza indica que la relación entre LY y las variables explicativas  $LW_D$ ,  $LW_{D2}$  y  $LI_{US}$  es significativa. No se encontró que la variable  $LK_{MT2}$  fuera significativa para explicar a LY. El valor  $R^2$  muestra que el modelo de regresión explica 78.9% de la varianza de la variable LY, lo que indica que el modelo se ajusta a los datos de una manera bastante apropiada; esto se confirma con el valor de  $R^2$  ajustada es 60.4%.

c) Los residuos son independientes (no están correlacionados) entre sí.

Estadístico de Durbin-Watson. Está condicionado según el orden de las observaciones (filas). Parte del supuesto de que las observaciones están ordenadas significativamente como, por ejemplo, un orden en el tiempo y determina si la correlación entre los términos de error adyacentes es cero. Para llegar a una conclusión a partir de esta prueba, se necesita comparar el estadístico obtenido contra los límites inferior y superior en una tabla. En donde para que no exista correlación de los residuos  $d_L < DW < d_U$

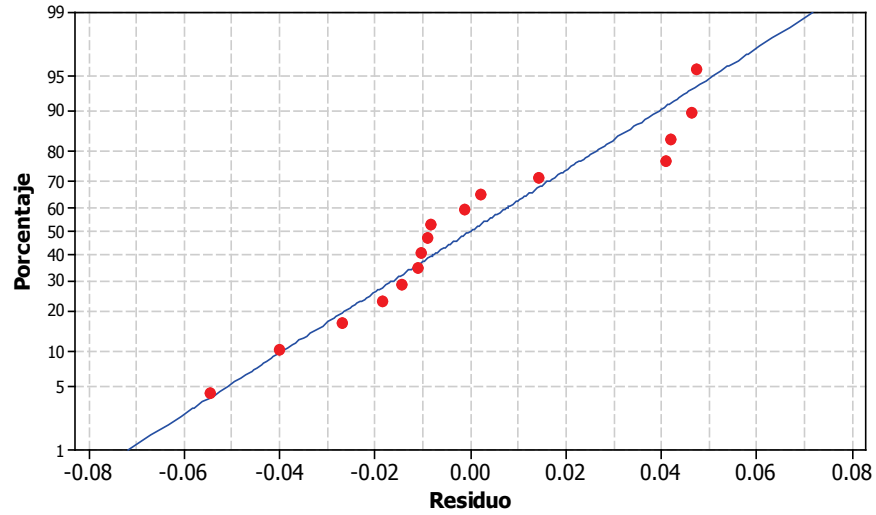
Estadístico de Durbin-Watson obtenido (DW) = 1.293. De las tablas se tiene que para  $\alpha=0.05$ ,  $n = 16$  y  $k = 7$ ,  $d_U=2.624$  y  $d_L= 0.398$

Luego  $d_L = 0.398 < DW = 1.293 < d_U = 2.624$  por tanto no existe una correlación significativa de los residuos entre sí.

d) Verificación del supuesto de Normalidad.

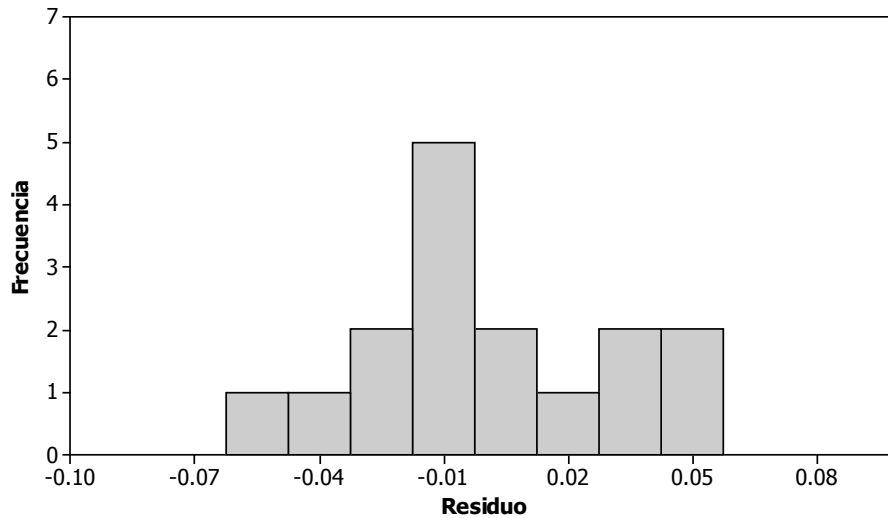
La gráfica de probabilidad normal de los residuos muestra un patrón aproximadamente lineal que concuerda con una distribución normal. Los residuos están normalmente distribuidos.

**Gráfica de probabilidad normal**  
(la respuesta es LY)



El Histograma de residuos estandarizados indica que los valores no están fuera del intervalo (-1.96, 1.96) para un intervalo de confianza del 95% por lo que el modelo si cumple con las condiciones de distribución normal de los residuos.

**Histograma**  
(la respuesta es LY)



e) Apalancamiento (Leverage). Es una medida de la distancia entre los valores  $x$  de una observación y la media de los valores  $x$  para todas las observaciones.

Obs	Res	Leverage
1	-0.053828	0.50197
2	-0.040993	0.17768
3	-0.006158	0.98949
4	-0.013949	0.37142
5	-0.015031	0.37326
6	0.004291	0.44810
7	-0.009381	0.50362
8	0.041177	0.18548
9	0.045904	0.56168
10	-0.000367	0.49352
11	0.047199	0.53659
12	-0.006248	0.59228
13	-0.028663	0.49298
14	0.013915	0.77884
15	-0.016297	0.55898
16	0.038428	0.43412

Los valores típicos deben encontrarse entre 0 y 1.

En el modelo estudiado el caso más atípico es el de la observación 3, ya que la ausencia de datos en algunas variables genera apalancamiento por lo que se revisó el comportamiento de la ecuación con y sin la observación. De cualquier forma, su valor (0.98949) no excede los límites de los valores típicos (1.0)

f) Ajustes y diagnósticos para todas las observaciones

Observación	Dependent Variable	Predicted Value	Std Error Mean Predict	Residual	Std Error Residual	Student Residual	-2	-1	0	1	2
1	2.0769	2.1308	0.0296	-0.0538	0.0295	-1.825		***			
2	2.1541	2.1951	0.0176	-0.0410	0.0379	-1.082		**			
3	2.1668	2.1729	0.0416	-0.006158	0.00428	-1.437		**			
4	2.1838	2.1978	0.0255	-0.0139	0.0331	-0.421					
5	2.1872	2.2022	0.0255	-0.0150	0.0331	-0.454					
6	2.1939	2.1896	0.0280	0.004291	0.0310	0.138					
7	2.1939	2.2033	0.0297	-0.009381	0.0294	-0.319					
8	2.2072	2.1660	0.0180	0.0412	0.0377	1.092			**		
9	2.2192	2.1733	0.0313	0.0459	0.0277	1.659			***		
10	2.2235	2.2239	0.0294	-0.000367	0.0297	-0.0123					
11	2.2257	2.1785	0.0306	0.0472	0.0284	1.659			***		
12	2.2783	2.2845	0.0322	-0.006248	0.0267	-0.234					
13	2.2824	2.3110	0.0293	-0.0287	0.0298	-0.963		*			
14	2.2925	2.2786	0.0369	0.0139	0.0197	0.708			*		
15	2.2986	2.3149	0.0312	-0.0163	0.0278	-0.587		*			
16	2.3456	2.3072	0.0275	0.0384	0.0314	1.222			**		

Suma de residuales	0
Suma de residuales cuadrados	0.01397
Residual predicho SS (PRESS)	0.39590

g) Colinealidad.

La presencia de dos o más valores grandes (mayores que 0.50) en una misma fila, excepto en el término  $i$ , es indicio de dependencia lineal entre las variables que los arrojan, la cual asociada a valores altos del índice de condición (mayor de 30) es señal de que la multicolinealidad afecta negativamente la precisión en la estimación de alguno de los coeficientes.

Número	Autovalor	Condition Index	-----Proporción de la variación-----				
			Término $i$	LWD	LKMT2	LJOR	LIUS
1	7.54912	1.00000	0.00000996	0.00000325	0.00167	0.00009297	0.0001788
2	0.37068	4.51283	0.00000119	0.00000445	0.34591	0.00010784	0.00139
3	0.06600	10.69522	0.00002879	0.00002031	0.02569	0.00044883	0.13479
4	0.01206	25.01799	0.00007216	0.00017560	0.00487	0.47825	0.00778
5	0.01180	25.29339	0.000000356	0.00177	0.0002290	0.00189	0.0001392
6	0.007609	31.49810	0.00058452	0.00340	0.0009479	0.00020515	0.01918
7	0.001625	68.15873	0.03780	0.91145	0.09648	0.07078	0.46427
8	0.000414	135.03551	0.96151	0.08317	0.52421	0.44822	0.37227

Número	-----Proporción de la variación-----		
	LWD1	LWD2	LWD3
1	0.00000340	0.00000678	0.00001006
2	0.00000486	0.00001036	0.00001664
3	0.00018712	0.00024303	0.00023646
4	0.00084686	0.00097853	0.00155
5	0.04615	0.22452	0.01374
6	0.05691	0.01035	0.55753
7	0.08826	0.01377	0.02063
8	0.80764	0.75012	0.40629

## h) Inflación de la Varianza (VIF)

Indica en qué medida la multicolinealidad (correlación entre predictores) está presente en un análisis de regresión.

La correlación entre predictores aumenta la varianza de los coeficientes de regresión, haciendo que sean inestables y difíciles de interpretar.

El criterio de análisis indica:

VIF	Los predictores son...
VIF = 1	No correlacionados
1 < VIF < 5	Moderadamente correlacionados
5 < VIF < 10	Correlacionados
VIF ≥ 10	Deben eliminarse los predictores que están en este supuesto.

La relación empírica evaluada muestra una correlación moderada entre los predictores, siendo más significativa para la variable LIUS.

El resultado de la inflación de la varianza indica que los datos no se encuentran mal condicionados.

Variable	Variance Inflation
LWD	4.96221
LWD1	4.99235
LWD2	2.51498
LWD3	1.58470
LIUS	7.51690
LKMT2	2.72800
LJOR	2.60118

i) Heteroscedasticidad.

El supuesto de homocedasticidad indica que para cada valor de la variable independiente (explicativa) o combinación de valores de las variables explicativas, la varianza de los residuos es constante. Si a lo largo de las observaciones, la varianza de los errores no es constante, la regresión es heteroscedástica.

Consistent Covariance of Estimates

Variable	Término i	LWD	LKMT2	LJOR
Término i	0.9256514699	-0.025124531	-0.001690677	-0.043257342
LWD	-0.025124531	0.0044076334	-0.000076792	-0.000452129
LKMT2	-0.001690677	-0.000076792	0.0000083475	0.0001048425
LJOR	-0.043257342	-0.000452129	0.0001048425	0.0054012571
LIUS	-0.037964915	0.0066883063	-0.000148247	-0.000976242
LWD1	-0.029229533	-0.001015878	0.0001212648	0.0022212715
LWD2	-0.048000578	0.0006175117	0.0000945044	0.0033491893
LWD3	-0.026151637	0.0000963176	0.0000772404	0.0002343705

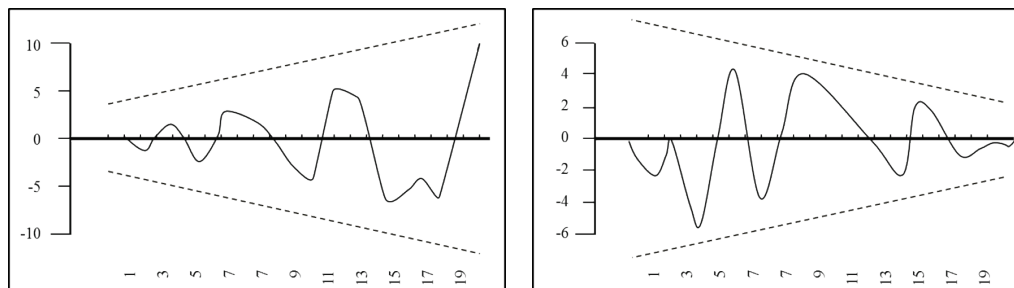
Variable	LIUS	LWD1	LWD2	LWD3
Término i	-0.037964915	-0.029229533	-0.048000578	-0.026151637
LWD	0.0066883063	-0.001015878	0.0006175117	0.0000963176
LKMT2	-0.000148247	0.0001212648	0.0000945044	0.0000772404
LJOR	-0.000976242	0.0022212715	0.0033491893	0.0002343705
LIUS	0.0138392163	-0.002417214	0.0007566825	0.0014421267
LWD1	-0.002417214	0.0021676036	0.0018903455	0.0006560622
LWD2	0.0007566825	0.0018903455	0.0032933336	0.0006294693
LWD3	0.0014421267	0.0006560622	0.0006294693	0.0023951178

Número de observaciones 16  
 1st Autocorrelación de orden 0.197

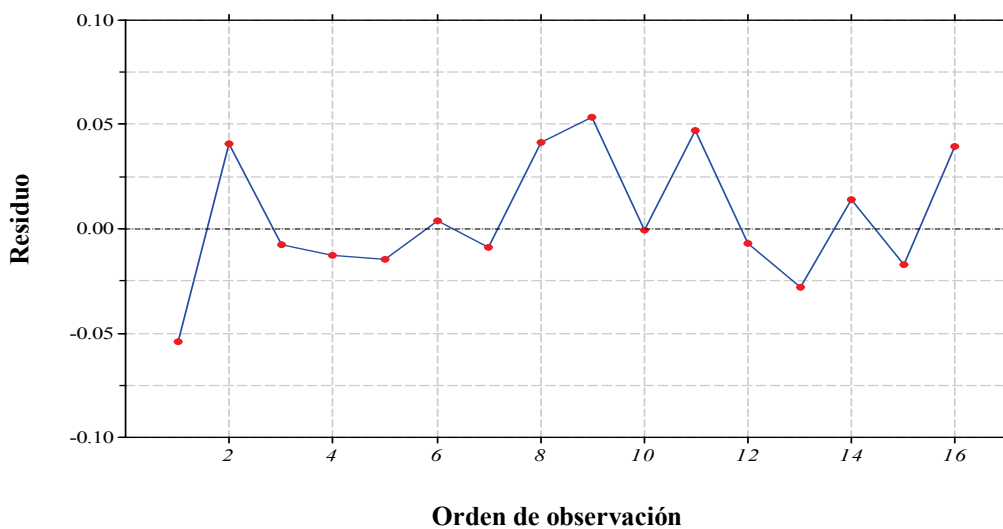


## Detección Gráfica de la Heteroscedasticidad.

Las series económicas presentan casi siempre una tendencia definida, positiva o negativa.



La gráfica de residuo vs orden de observación sirve para conocer si el transcurso del tiempo da lugar a un incremento o decremento del error, como el mostrado en las figuras anteriores, lo que sería indicativo de una relación entre la evolución de las variables del modelo y los valores cada vez mayores o menores de éste.



Para la relación empírica en estudio, no se aprecia tendencia creciente o decreciente por lo que se asume que no hay Heteroscedasticidad. Lo cual fue comprobado con el Contraste de White.

j) Intercepto

Intercepto del modelo Tipo Cobb-Douglas	
Ln $\beta_0$	0.5947
$\beta_0$	1.8125

El valor del intercepto es una constante de ajuste del modelo; se interpreta como el efecto medio de todas las variables omitidas en el modelo de regresión sobre el Rendimiento (Y), equivale a considerar como la producción por unidad de superficie cosechada cuando las variables explicativas consideradas en el modelo son iguales a cero.

k) Productividad Media

Sea:

$$\hat{Y} = 1.8125 * \langle W_D^{0.0895} * W_{D-1}^{0.0330} * W_{D-2}^{0.1050} * W_{D-3}^{0.0191} * I_{US}^{0.4877} * J_{OR}^{0.1185} * K_{MT-2}^{0.00374} \rangle$$

La productividad media de cada uno de los factores de la producción incluidos en la relación analizada se muestra en el siguiente cuadro.

Año Agrícola	PmeK <sub>MT</sub> <sup>114</sup> (Ton/Mm\$)	PmeK <sub>MT2</sub> (Ton/Mm\$)	PmeW <sub>D</sub> (Ton/Mm <sup>3</sup> )	PmeJ <sub>OR</sub> (Ton/MmJ)
1996-1997	22,649.39		1,287.74	532,978.01
1997-1998	18,099.00	35,536.69	1,808.64	505,842.42
1998-1999	41,199.58	24,304.20	1,225.48	454,230.32
1999-2000	39,107.86	19,766.95	1,354.86	406,429.18
2000-2001	25,336.34	34,050.88	1,797.40	443,176.11
2001-2002	35,260.57	40,061.29	1,400.27	498,795.62
2002-2003	38,008.43	26,859.17	1,343.93	481,372.34
2003-2004	28,258.23	37,543.78	1,540.46	531,568.40
2004-2005	31,098.22	46,467.66	1,232.00	601,949.68
2005-2006	12,742.26	22,683.87	1,310.56	542,140.06
2006-2007	22,878.73	28,382.48	1,457.79	558,657.39
2007-2008	12,916.34	15,333.01	1,254.03	553,527.20
2008-2009	14,903.09	25,430.69	1,079.42	602,159.93
2009-2010	17,191.02	10,724.87	1,693.25	551,053.75
2010-2011	70,255.85	14,133.83	1,203.21	595,526.21
2011-2012	40,564.17	18,821.94	1,423.98	610,246.64
Media	29,404.32	26,673.42	1,400.81	529,353.33

<sup>114</sup> Mm\$= millón de pesos de 2010; Mm<sup>3</sup>= millón de metros cúbicos; MmJ= millón de jornales.

## l) Productividad Marginal

$$\frac{\delta Y}{\delta K_{MT}} = 0.00374 * \frac{1.8125 * W_D^{0.0895} * W_{D-1}^{0.0330} * W_{D-2}^{0.1050} * W_{D-3}^{0.0191} * J_{OR}^{0.1185} * I_{US}^{0.4877}}{K_{MT-2}^{0.99626}}$$

$$\frac{\delta Y}{\delta W_D} = 0.08950 * \frac{1.8125 * W_{D-1}^{0.0330} * W_{D-2}^{0.1050} * W_{D-3}^{0.0191} * J_{OR}^{0.1185} * K_{MT-2}^{0.00374} * I_{US}^{0.4877}}{W_D^{0.9105}}$$

$$\frac{\delta Y}{\delta J_{OR}} = 0.11850 * \frac{1.8125 * W_D^{0.0895} * W_{D-1}^{0.0330} * W_{D-2}^{0.1050} * W_{D-3}^{0.0191} * K_{MT-2}^{0.00374} * I_{US}^{0.4877}}{J_{OR}^{0.8815}}$$

Año Agrícola (Ton/ha)	Pmg <sub>K<sub>MT2</sub></sub> (Ton/ha - Mm\$)	Pmg <sub>W<sub>D</sub></sub> (Ton/ha - Mm3)	Pmg <sub>J<sub>OR</sub></sub> (Ton/ha - MmJ)	Pmg <sub>K<sub>MT2</sub>*SC</sub> (Ton/Mm\$)	Pme <sub>W<sub>D</sub>*SC</sub> (Ton/Mm3)	Pme <sub>J<sub>OR</sub>*SC</sub> (Ton/MmJ)
1996-1997		0.000812	0.342364		127.48	53,758.48
1997-1998	0.001100	0.001428	0.407047	137.10	177.94	50,709.16
1998-1999	0.000597	0.000768	0.289903	98.93	127.22	48,045.23
1999-2000	0.000545	0.000953	0.291298	77.73	135.87	41,527.74
2000-2001	0.001134	0.001526	0.383469	138.53	186.49	46,851.47
2001-2002	0.000988	0.000880	0.319529	159.72	142.37	51,674.17
2002-2003	0.000701	0.000895	0.326691	113.70	145.09	52,951.14
2003-2004	0.000859	0.000899	0.316038	142.97	149.61	52,601.71
2004-2005	0.001028	0.000695	0.345884	178.63	120.78	60,128.98
2005-2006	0.000720	0.001060	0.446936	91.37	134.62	56,742.34
2006-2007	0.000709	0.000929	0.362785	115.02	150.66	58,827.21
2007-2008	0.000369	0.000770	0.346286	63.51	132.47	59,580.06
2008-2009	0.000575	0.000623	0.353984	102.52	110.97	63,076.02
2009-2010	0.000349	0.001406	0.466103	44.03	177.28	58,786.14
2010-2011	0.000344	0.000748	0.377142	56.39	122.43	61,744.69
2011-2012	0.000488	0.000941	0.410964	71.88	138.69	60,558.07
Promedio	0.000700	0.000958	0.361651	106.13	142.50	54,847.66

## REGRESIONES AUXILIARES

## Relación Jornales vs Volumen Distribuido

$$\text{Ln}(J_{OR}) = 16.4637 + 0.206283 * \text{Ln}(W_S) - 0.514589 * \text{Ln}(W_B)$$

### Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	T	P	IC de 95%	VIF
Constante	16.4637	0.894079	18.4141	0.000	(14.4019, 18.5254)	
Ln(WS)	0.2063	0.050610	4.0760	0.004	( 0.0896, 0.3230)	1.00034
Ln(WB)	-0.5146	0.139827	-3.6802	0.006	(-0.8370, -0.1921)	1.00034

### Resumen del modelo

S = 0.0478570      R-cuad. = 79.34%      R-cuad.(ajustado) = 74.17%  
 PRESS = 0.0343356

### Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Regresión	2	0.0703597	0.0703597	0.0351799	15.3605	0.0018221
Ln(WS)	1	0.0393406	0.0380496	0.0380496	16.6135	0.0035539
Ln(WB)	1	0.0310191	0.0310191	0.0310191	13.5438	0.0062175
Error	8	0.0183223	0.0183223	0.0022903		
Total	10	0.0886820				

### Ajustes y diagnósticos para todas las observaciones

Obs	JOR	Ajuste	EE de ajuste	Residuo	Residuo estándar
1	14.6197	14.7112	0.0177142	-0.0914645	-2.05733
2	14.6311	14.5991	0.0386738	0.0319942	1.13499
3	14.6483	14.6496	0.0260706	-0.0012874	-0.03208
4	14.7568	14.7134	0.0288252	0.0434494	1.13736
5	14.7680	14.8003	0.0178207	-0.0323712	-0.72883
6	14.7847	14.8059	0.0203677	-0.0211443	-0.48825
7	14.7988	14.8044	0.0289175	-0.0056404	-0.14792
8	14.8073	14.8136	0.0212071	-0.0063302	-0.14755
9	14.8127	14.8162	0.0173094	-0.0034930	-0.07829
10	14.8878	14.8742	0.0300519	0.0136345	0.36608
11	14.8887	14.8161	0.0181581	0.0726529	1.64082

Estadístico de Durbin-Watson obtenido (DW) = 1.54191

De las tablas se tiene que para  $\alpha = 0.05$ ,  $n = 16$  y  $k = 2$ ,  $d_U = 1.551$ ,  $d_L = 0.982$

Luego  $d_L = 0.982 < DW = 1.54191 < d_U = 1.551$  por tanto no existe una correlación significativa de los residuos entre sí.

Aplicando la primera derivada parcial para obtener el incremento marginal de la mano de obra en relación al agua superficial y al agua subterránea se tiene:

$$\frac{\partial J_{OR}}{\partial W_B} = -0.514589 * \frac{e^{16.4637} * W_S^{0.206283}}{W_B^{1.514589}}$$

$$\frac{\partial J_{OR}}{\partial W_S} = 0.206283 * \frac{e^{16.4637}}{W_B^{0.514589} * W_S^{0.793717}}$$

### Principio de Eficacia

La tasa de rendimiento de los factores de producción constituye un elemento importante en cuanto a la determinación de como disponer de los recursos económicos en la forma más eficaz, ya que se trata de lograr la máxima productividad al más bajo costo posible y se logra cuando se invierte en aquel factor que implique el máximo rendimiento.

En este caso, la combinación óptima de los recursos  $W_B$  y  $W_S$  se logra cuando la tasa de rendimiento del factor  $W_B$  se iguala a la tasa de rendimiento del factor  $W_S$ . Es decir, cuando:

$$\frac{PMgW_S}{PMgW_B} = - \frac{0.206283 * \frac{e^{16.4637}}{W_B^{0.514589} * W_S^{0.793717}}}{0.514589 * \frac{e^{16.4637} * W_S^{0.206283}}{W_B^{1.514589}}}$$

$$\frac{PMgW_S}{PMgW_B} = - \frac{0.206283 * W_B}{0.514589 * W_S}$$