

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRICOLA

**EL MANEJO DEL AGUA Y SU IMPACTO EN EL PATRON DE
CULTIVOS DEL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 002
RIO COLORADO**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN ECONOMIA DEL DESARROLLO RURAL**

ARTURO VEGA CUEN

CHAPINGO, MEXICO

1990



DIRECCION ACADÉMICA
DEPTO. DE SE VILLOS E...
OFICINA DE EXAMENES PRO ESTUDIALES



UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRICOLA

EL MANEJO DEL AGUA Y SU IMPACTO EN EL PATRON DE CULTIVOS DEL
DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 002 RIO COLORADO

ARTURO VEGA CUEN

TESIS

Presentada como requisito
parcial para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

EN

ECONOMIA DEL DESARROLLO RURAL

1990

CHAPINGO, MEXICO 1990

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Dr. Juan Antonio Leos Rodríguez, revisada y aprobada por el siguiente Comité:

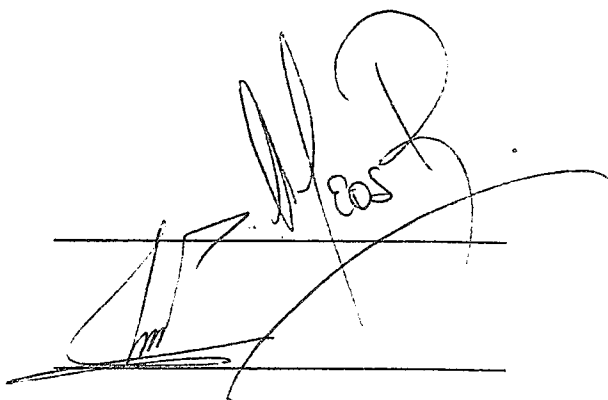
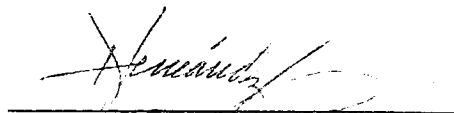
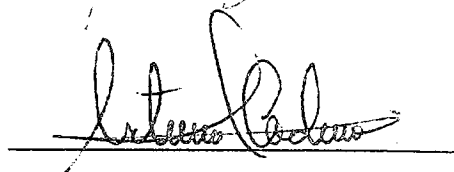
Dr. Juan Antonio Leos Rodríguez
PRESIDENTE

M.C. Marcos Portillo Vázquez
SECRETARIO

Dr. Arturo Hernández Sierra
VOCAL

Represente de la Coordinación
General de Postgrado
M.C. Artemio Cadena Meneses

Representante de la Coordinación
de Postgrado de Economía
Dr. Daniel Barrera Islas

A large, stylized handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Leos', is written over two horizontal lines.A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Hernández', is written over two horizontal lines.A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Artemio Cadena', is written over two horizontal lines.A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Barrera', is written over two horizontal lines.

24134

Chapingo, México, Mayo de 1990

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo por brindarme la oportunidad de formarme.

Al Departamento de Fitotecnia, por su apoyo en mi superación.

Al Departamento de Economía Agrícola por su labor que realiza en la formación de sus estudiantes.

Al Dr. Juan Antonio Leos Rodríguez por su dirección y asesoramiento en esta tesis.

Al Dr. Arturo Hernández Sierra por su valioso asesoramiento.

Al M.C. Marcos Portillo Vázquez por sus sugerencias en el presente trabajo.

CONTENIDO	PAG.
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO DE REFERENCIA	12
2.1. Descripción de la zona de estudio	12
2.1. 1. Localización del Distrito	12
2.1. 2. Hidrología	12
2.1. 3. Climatología	13
2.1. 4. Vegetación	14
2.1. 5. Antecedentes del Distrito	16
2.1. 6. Tenencia de la tierra	18
2.1. 7. Suelos	20
2.1.7.1. Nivelación de suelos	24
2.1.7.2. Manto freático	25
2.1.7.3. Salinidad	25
2.1.7.4. Texturas de suelos	28
2.1. 8. Infraestructura hidráulica del Distrito	29
2.1. 9. Disponibilidad de agua	32
2.1.10. Historia del patrón de cultivos	34
2.1.11. Superficie sembrada	43
2.1.12. Mano de obra	47
2.1.13. Maquinaria	50
2.1.14. Manejo de agua	53
2.1.15. Explotación del acuífero	57
2.1.15.1. Infiltraciones de esa época	59
2.1.15.2. La recarga del acuífero	60
2.1.16. Calidad del agua	62
2.1.17. Cuotas de riego	63
2.1.18. Costo del agua	64
2.1.19. Eficiencias del uso del agua	68

2.1.20. Eficiencias del agua de riego en el Distrito	79
2.1.21. Problemática del manejo del agua en el Distrito	82
2.1.22. Producción Agrícola	92
2.2. Planteamiento del problema económico	106
2.3. Objetivos	112
2.4. Hipótesis	113
III. METODOLOGIA	114
3.1. La programación lineal	114
3.1.1. Definición	114
3.1.2. Supuestos de la programación lineal	115
3.1.3. Formulación del modelo	116
3.1.4. Ventajas de la programación lineal	118
3.2. Niveles de análisis	118
3.3. Clasificación de la información	120
3.3.1. Actividades de producción	123
3.3.2. Restricciones de los modelos	123
3.3.3. Precios netos	126
3.3.4. Coeficientes técnicos	127
3.3.5. Representación matemática de los modelos	133
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	139
4.1. Resultados en el Sistema de gravedad	140
4.1.1. Análisis con la eficiencia reportada y costos sin incluir interés	140
4.1.2. Análisis con incremento de eficiencia en el riego parcelario al 80%	141

4.1.3. Análisis con incremento de eficiencia de riego y costos incluyendo interés	143
4.2. Resultados de Pozos federales	149
4.2.1. Análisis con la eficiencia reportada y costos sin incluir interés	149
4.2.2. Análisis con incremento de eficiencia en el riego parcelario al 80%	150
4.2.3. Análisis con incremento de eficiencia de riego y costos incluyendo interés	152
4.3. Resultados de Pozos particulares	156
4.3.1. Análisis con la eficiencia reportada y costos sin incluir interés	156
4.3.2. Análisis con incremento de eficiencia en el riego parcelario al 80%	157
4.3.3. Análisis con incremento de eficiencia de riego y costos incluyendo interés	159
4.4. Resultados en el Total del distrito	163
4.4.1. Análisis con la eficiencia reportada y costos sin incluir interés	163
4.4.2. Análisis con incremento de eficiencia en el riego parcelario al 80%	164
4.4.3. Análisis con incremento de eficiencia de riego y costos incluyendo interés	165

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	174
5.1. Conclusiones	174
5.2. Recomendaciones	176
VI. BIBLIOGRAFIA	177
VII. APENDICE	180

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. EVOLUCION DE LAS SUPERFICIES COSECHADAS EN RIEGO Y TEMPORAL (PARTICIPACION PORCENTUAL)

CUADRO 2. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LAS AREAS DE RIEGO Y TEMPORAL EN EL VOLUMEN TOTAL DE LA PRODUCCION AGRICOLA

CUADRO 3. MEXICO: BALANZA COMERCIAL (FOB) POR SECTOR DE ORIGEN (ENERO-DICIEMBRE, MILES DE DOLARES)

CUADRO 4. PRINCIPALES PRODUCTOS IMPORTADOS POR EL SECTOR AGRICULTURA Y SILVICULTURA (ENERO-DICIEMBRE, MILES DE DOLARES)

CUADRO 5. CLASIFICACION AGRICOLA DE SUELOS

CUADRO 6. SERIES DE SUELOS EN EL DISTRITO DE RIEGO 002

CUADRO 7. CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS SERIES DE SUELOS

CUADRO 8. NIVEL FREATICO

CUADRO 9. TEXTURAS DE SUELOS

CUADRO 10. PATRON DE CULTIVOS DEL DDR 002 RIO COLORADO PROMEDIO DE 10 AÑOS AGRICOLAS 78-79 A 87-88

CUADRO 11. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA AGROPECUARIA EN EL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 002 RIO COLORADO. (MEXICALI, B.C. Y SAN LUIS RIO COLORADO, SON)

CUADRO 12. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA AGROPECUARIA CONJUNTA DE MEXICALI, B.C. Y SAN LUIS RIO COLORADO, SON.

CUADRO 13. TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL, EN EL DISTRITO (MEXICALI, B.C. Y SAN LUIS RIO COLORADO, SON)

CUADRO 14. POBLACION TOTAL POR MUNICIPIO

CUADRO 15. PROYECCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

CUADRO 16. MANO DE OBRA DISPONIBLE EN EL DDR 002 RIO COLORADO

CUADRO 17. UNIDADES DE RIEGO Y SU EXTENSION OCUPADA

CUADRO 18. SUPERFICIE REGADA EN EL SISTEMA DE POZOS

CUADRO 19. SUPERFICIE REGADA POR POZOS FEDERALES Y PARTICULARES EN EL DDR 002

CUADRO 20. CUOTAS POR SERVICIO DE RIEGO POR Ha EN LOS ULTIMOS 6 AÑOS (PARA RIEGO POR GRAVEDAD Y POZOS FEDERALES)

CUADRO 21. CUOTAS DE RIEGO PARA EL AÑO 1988, EN DIFERENTES DISTRITOS DE RIEGO

CUADRO 22. CUOTAS DE RIEGO PARA EL AÑO 1989, EN DIFERENTES DISTRITOS DE RIEGO

CUADRO 23. EFICIENCIAS TOTALES DE CONDUCCION Y APLICACION EN ALGUNOS DISTRITOS DE RIEGO EN MEXICO

CUADRO 24. EFICIENCIAS PARCELARIAS DE CONDUCCION Y TOTAL POR SISTEMA EN EL DDR-002

CUADRO 25. CANTIDAD DE AGUA PERDIDA EN LA ZONA DE BOMBEO EN EL AÑO 1987-1988.

CUADRO 26. EFICIENCIAS PARCELARIAS EN ZONA DE BOMBEO SOBRE POZOS FEDERALES Y PARTICULARES, DURANTE TRES AÑOS, EN TODOS LOS PRIMEROS CULTIVOS.

CUADRO 27. SUPERFICIE REGADA POR GRAVEDAD Y TIPO DE POZOS EN PLAN NORMAL Y EXCEDENTES

CUADRO 28. CULTIVOS DOMINANTES EN EL AREA DE BOMBEO POR POZOS FEDERALES

CUADRO 29. SUPERFICIE Y MONTOS DE CREDITOS EJERCIDOS A TRAVES DEL BANCO DE CREDITO RURAL DEL NOROESTE, SUCURSAL "A", MEXICALI, B.C. EN EL DDR 002 RIO COLORADO

CUADRO 30. PARTICIPACION PORCENTUAL DEL DDR 002 EN LA PRODUCCION NACIONAL DE PRODUCTOS BASICOS PARA EL AÑO AGRICOLA 1987 (MILES DE TONELADAS)

CUADRO 31. ACTIVIDADES DE PRODUCCION

CUADRO 32. RESTRICCIONES DEL (MODELO 1) SISTEMA GRAVEDAD

CUADRO 33. RESTRICCIONES (MODELO 2) POZOS FEDERALES

CUADRO 34. RESTRICCIONES (MODELO 3) POZOS PARTICULARES

CUADRO 35. RESTRICCIONES (MODELO 4) TOTAL DEL DISTRITO

CUADRO 36. RESTRICCIONES PARA CULTIVOS DE EXPORTACION

CUADRO 37. PRECIOS NETOS PARA CADA HECTAREA DE LOS DIVERSOS CULTIVOS DE LOS TRES SISTEMAS

CUADRO 38. PRECIOS NETOS PARA CADA HECTAREA DE LOS CULTIVOS EN LOS TRES SISTEMAS INCLUYENDO INTERESES

CUADRO 39. COEFICIENTES TECNICOS (MODELO 1) GRAVEDAD

CUADRO 40. COEFICIENTES TECNICOS (MODELO 2) POZOS FEDERALES

CUADRO 41. COEFICIENTES TECNICOS (MODELO 3) POZOS PARTICULARES

CUADRO 42. COEFICIENTES TECNICOS (MODELO 4) TOTAL DEL DISTRITO

CUADRO 43. COEFICIENTES TECNICOS ESPECIFICOS DEL AGUA, CON UN INCREMENTO DEL 80% DE EFICIENCIA EN RIEGO PARCELARIO

CUADRO 44. RESULTADOS EN EL SISTEMA GRAVEDAD

CUADRO 45. RESULTADOS EN POZOS FEDERALES

CUADRO 46. RESULTADOS EN POZOS PARTICULARES

CUADRO 47. RESULTADOS EN EL TOTAL DEL DISTRITO.

LISTA DE CUADROS DEL APENDICE

CUADRO A1. DATOS CLIMATOLOGICOS ESTACION CLAVE 02-123 BATAQUES, MEXICALI, B.C. PERIODO GENERAL DE DATOS DESDE 1949 A 1970

CUADRO A2. TENENCIA DE LA TIERRA

CUADRO A3. DISTRIBUCION DE LA SALINIDAD EN LOS SUELOS DEL VALLE DE MEXICALI A PROFUNDIDAD 0-20 CM, DE ACUERDO A 3 ESTUDIOS REALIZADOS

CUADRO A4. DISTRIBUCION DE LA SALINIDAD EN LOS SUELOS DEL VALLE DE MEXICALI A LA PROFUNDIDAD DE 20-100 CM, DE ACUERDO A 3 ESTUDIOS REALIZADOS

CUADRO A5. TOLERANCIA RELATIVA DE LAS PLANTAS CULTIVADAS A LAS SALES

CUADRO A6. DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN EL DISTRITO

CUADRO A7. DISPONIBILIDAD MENSUAL DE AGUA EN EL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 002

CUADRO A8. VOLUMENES EN MM3 UTILIZADOS EN USOS DOMESTICOS E INDUSTRIALES

CUADRO A9. APARICION DE CULTIVOS POR AÑO AGRICOLA

CUADRO A10. SUPERFICIE SEMBRADA EN EL DISTRITO HECTAREAS POR AÑO AGRICOLA

CUADRO A11. SUPERFICIE SEMBRADA EN EL DISTRITO
HECTAREAS POR CICLO

CUADRO A12. PRECIOS OFICIALES DE GARANTIA PESOS POR TONELADA

CUADRO A13. EVOLUCION DE LOS PRECIOS REALES DE GARANTIA
1966-1987

CUADRO A14. PRECIOS MEDIOS RURALES CORRIENTES DE LOS GRANOS
PRINCIPALES. 1966-1987

CUADRO A15. PRECIOS DE LOS FERTILIZANTES QUIMICOS AL 30 DE
DICIEMBRE DE CADA AÑO. MEXICO: 1965-1987. (PESOS POR
TONELADA)

CUADRO A16. INDICES DE PRECIOS DE LOS FERTILIZANTES AL 30 DE
DICIEMBRE

CUADRO A17. SUPERFICIE SEMBRADA POR AÑO AGRICOLA Y CICLO
DESDE 1980 A 1987

CUADRO A18. INVENTARIO DE MAQUINARIA AGRICOLA EN LA REGION
(DICIEMBRE DE 1897)

CUADRO A19. DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 002, RIO COLORADO.
SUBJEFATURA DE DISTRITO DE CONSERVACION DE POZOS.
BALANCE GEOHIDROLOGICO DEL DISTRITO (ZONA ANTIGUA DE POZOS)

CUADRO A20. DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 002, RIO COLORADO
SUBJEFATURA DE DISTRITO DE CONSERVACION DE POZOS
(ZONA ANTIGUA DE POZOS)

CUADRO A21. NUMERACION DE ALGUNOS DISTRITO DE RIEGO

CUADRO A22. EFICIENCIA DE CONDUCCION, VOLUMENES NETOS Y
VOLUMENES BRUTOS

CUADRO A23. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LOS PRINCIPALES
CULTIVOS DE LA SUPERFICIE TOTAL SEMBRADA

CUADRO A24. ESTRUCTURA PORCENTUAL DE LOS CULTIVOS EN EL VALOR
DE LA PRODUCCION EN EL DDR-002 RIO COLORADO

CUADRO A25. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LOS PRINCIPALES
CULTIVOS EN EL VALOR TOTAL DE LA COSECHA

CUADRO A26. ESTRUCTURA PORCENTUAL DE LOS CULTIVOS EN LA
SUPERFICIE TOTAL COSECHADA, RESPECTO AL CICLO Y AL AÑO
AGRICOLA, EN EL DDR 002 RIO COLORADO

CUADRO A27. ESTRUCTURA PORCENTUAL EN EL VALOR DE LA
PRODUCCION POR CICLO EN LOS ULTIMOS 4 AÑOS AGRICOLAS

CUADRO A28. PORCENTAJES DE LA SUPERFICIE AUTORIZADA Y MONTOS DE CREDITO (AVIO) EJERCIDO PARA CUATRO CICLOS EN DIVERSOS CULTIVOS DEL DDR 002 RIO COLORADO

CUADRO A29. COSTOS DE PRODUCCION/HA Y CUOTA LIMITE DE CREDITO PARA CULTIVOS DEL CICLO P-V, EN EL DDR 002, RIO COLORADO

CUADRO A30. COSTOS DE PRODUCCION/HA Y CUOTA LIMITE DE CREDITO PARA CULTIVOS DEL CICLO O-I, EN EL DDR 002 RIO COLORADO

CUADRO A31. COSTOS DE PRODUCCION/HA Y CUOTA LIMITE DE CREDITO PARA CULTIVOS DE O-I EN EL DDR 002 RIO COLORADO (PESOS)

CUADRO A32. SUPERFICIE REGADA PÓR SISTEMA EN PRIMEROS CULTIVOS, AÑO 1987-1988

CUADRO A33. SUPERFICIE REGADA POR SISTEMA EN SEGUNDOS CULTIVOS, AÑO 1987-1988

CUADRO A34. SUPERFICIE REGADA POR SISTEMA EN SEGUNDOS CULTIVOS, ULTIMOS AÑOS

CUADRO A35. PATRON DE CULTIVOS AÑO 1987-1988 - TOTAL DE DISTRITO, DDR 002, RIO COLORADO

CUADRO A36. CALCULO DE CAPITAL NECESARIO PARA CUBRIR LAS CUOTAS DE CREDITO PARA UN PATRON COMO EL DEL AÑO 1987-1988 (PRIMEROS CULTIVOS)

CUADRO A37. CALCULO DE CAPITAL NECESARIO PARA CUBRIR LAS CUOTAS DE CREDITO PARA UN PATRON COMO EL DEL AÑO 1987-1988 (PRIMEROS CULTIVOS)

CUADRO A38. CALCULO DE CAPITAL NECESARIO PARA CUBRIR LAS CUOTAS DE CREDITO PARA UN PATRON COMO EL DEL AÑO 1987-1988 (PRIMEROS CULTIVOS)

CUADRO A39. CALCULO DE CAPITAL NECESARIO PARA CUBRIR LAS CUOTAS DE CREDITO PARA UN PATRON COMO EL DEL AÑO 1987-1988 (PRIMEROS CULTIVOS)

CUADRO A40. LAMINA NETA APLICADA A LA PARCELA PROMEDIO EN EL DISTRITO POR CULTIVO

CUADRO A41. PORCENTAJE DEL COSTO DEL AGUA SOBRE LOS COSTOS DE PRODUCCION POR CULTIVO/HA, DURANTE EL AÑO AGRICOLA 1987-1988, EN EL DDR 002

CUADRO A42. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LOS COSTOS DEL AGUA EN LOS COSTOS DE PRODUCCION 1987-1988, EN EL VALLE IMPERIAL, C.A.

CUADRO A43. PRECIOS PROMEDIO ANUALES DE LA FIBRA DE ALGODON SEGUN ORIGEN, VENDIDO EN EL NORTE DE EUROPA, CALIDAD M1-3/32-CIF, EN US CENTS/LB

CUADRO A44. VARIEDADES QUE SE SIEMBRAN POR CULTIVO EN EL DDR 002 RIO COLORADO

CUADRO A45. PAGO DESTINADO AL AGUA POR PESO OBTENIDO EN EL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION. AÑO AGRICOLA 1987-1988

CUADRO A46. APORTACION DE CADA PESO INVERTIDO EN AGUA, EN EL VALOR BRUTO GENERADO POR CULTIVO POR HECTAREA, AÑO AGRICOLA 1987-1988

CUADRO A47. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LOS COSTOS DEL AGUA Y LOS FERTILIZANTES EN LOS COSTOS VARIABLES DE PRODUCCION POR HECTAREA DURANTE EL AÑO AGRICOLA 1987-1988

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. COMPORTAMIENTO DE LA SUPERFICIE SEMBRADA DE ALGODON Y TRIGO EN 25 CICLOS AGRICOLAS

FIGURA 2. EFICIENCIAS DE CONDUCCION EN LOS SISTEMAS DE GRAVEDAD, POZOS PARTICULARES Y POZOS FEDERALES

FIGURA 3. EFICIENCIAS PARCELARIAS EN SISTEMAS DE GRAVEDAD, POZOS PARTICULARES Y POZOS FEDERALES

FIGURA 4. CULTIVO DEL ALGODONERO, INDICES DE CRECIMIENTO BASE 1965

FIGURA 5. CULTIVO DE TRIGO, INDICES DE CRECIMIENTO BASE 1965

FIGURA 6. CULTIVO DE ALFALFA, INDICES DE CRECIMIENTO BASE 1965

FIGURA 7. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN LA SUPERFICIE TOTAL SEMBRADA

FIGURA 8. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN EL VALOR TOTAL DE LA COSECHA

LISTA DE FIGURAS DEL APENDICE

FIGURA A1. ORIGEN DE LA RECARGA MEDIA ANUAL DEL ACUIFERO POR FLUJO SUBTERRANEO Y VERTICAL

FIGURA A2. VOLUMEN ACUMULADO INFILTRADO Y NIVEL ESTATICO PROMEDIO EN LA ZONA DE POZOS

FIGURA A3. GRAFICAS DE VOLUMENES ACUMULADOS Y NIVELES ESTATICOS EN LA EXPLOTACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

RESUMEN

En el Distrito de Desarrollo 002 Río Colorado las eficiencias de los riegos parcelarios tienen como promedio de cuatro años: 72.3% para pozos particulares, 62.0% para pozos federales y 76.35% en el sistema de gravedad. Con el objeto de utilizar en forma más eficiente los recursos y encontrar un patrón óptimo para el distrito con una eficiencia del 80% en riego parcelario, se utilizó un modelo de programación lineal con 18 variables que corresponden a las actividades de producción, tomando en cuenta sus coeficientes técnicos, sus restricciones de disponibilidad de tierra, agua, mano de obra, capital, y suponiendo el incremento de la eficiencia parcelaria, resulta que: el patrón óptimo recomendado está formado por cártamo, algodón, alfalfa, pasto ballico, hortalizas, cebollín, espárrago, vid y otros frutales. Al incrementar la eficiencia de riego parcelario se puede ahorrar 88.089 millones de metros cúbicos, que representa una alternativa para evitar el riesgo de abatimiento del manto acuífero de la zona de pozos, pero la mayor disponibilidad de agua favorece a cultivos de exportación con alta demanda de líquido ya que su costo se reduce al ofertar más recurso sin aumentar su precio.

I. INTRODUCCION

1. Importancia del recurso agua

Uno de los recursos más importantes del proceso productivo agrícola es el agua, con su presencia y buen uso se logra producir con menores riesgos, pero este recurso no es abundante en nuestro país donde y cuando se necesita, sino que se localiza en forma muy irregular, ya que las características de nuestro territorio, que difieren en altitud, latitud, orografía, topografía, clima, dan como resultado diferentes áreas geográficas que varían de extremadamente secas a extremadamente húmedas, la superficie de México se compone de 63% de zonas áridas, 31% de semiáridas, un 5% de semihúmedas y el 1% de húmedas (1).

En las zonas áridas y semiáridas se encuentran climas Bw y Bs cuyas temperaturas anuales promedio oscilan entre 14oC mínimas a 40oC máxima, precipitaciones anuales que varían de 200 a 500 mm, intensas de escasa duración y régimen hídrico en verano. Estos climas predominan en casi la totalidad de los estados de Baja California, Coahuila, Sonora, Sinaloa, Nuevo León, Tamaulipas e Hidalgo. Como la disponibilidad promedio de agua superficial en el país asciende a 410 200 millones de metros cúbicos anuales; de los cuales el 68% se ubica en la región Golfo Sureste, un 14% en la Zona Pacífico Norte Centro, otro 16% en la Centro y un 2% en la Norte, se observa que sólo una tercera parte le corresponde

a las zonas áridas y semiáridas donde se localizan los estados antes mencionados.

Para la captación y manejo del recurso hídrico, el país dispone de 270 presas de almacenamiento con una capacidad conjunta de 49,000 millones de metros cúbicos, 1400 presas derivadoras, 66,700 km de canales, 38,000 km de drenes y desagües, 55,400 km de caminos de enlace, 282,000 estructuras en canales, drenes y desagües, 55 400 km de caminos en enlace, 282,000 estructuras en canales, drenes y caminos. También cuenta con 22,000 plantas de bombeo y 820 sistemas mixtos para extraer el agua de 30,000 pozos profundos. Al mismo tiempo en el territorio nacional se encuentran 192 distritos de desarrollo rural, unidades técnico administrativas en las cuales se incluyen 77 distritos y 15,959 unidades de riego.

Con esta infraestructura hidráulica de obra mayor y menor para 1987 la superficie beneficiada hace un total de 5.7 millones de hectáreas, de las cuales se estima que un 59% de la zona regable corresponde a distritos de riego, 30% a unidades de pequeña irrigación y 11% a unidades de riego privadas.

La importancia del recurso y la infraestructura nacional se observa en los Cuadros 1 y 2, donde resalta la participación del riego en la superficie cosechada que fue del 26.7% para riego y el 73.3% para temporal durante 1983-1985. Las mismas aportaron el 54.6% y el 45.4% de volumen de la producción

agrícola nacional en el mismo lapso y en lo que respecta al valor total de la producción, las áreas de riego participaron con un 47.8% y con un 52.2% las de temporal (1).

CUADRO 1. EVOLUCION DE LAS SUPERFICIES COSECHADAS EN RIEGO Y TEMPORAL (Participación porcentual)

AÑOS	1946-48	1964-68	1976-78	1983-85
Total de Hectáreas (Miles)	6646.0	14916.0	15143.0	19535.0
RIEGO	10.6	13.6	18.1	26.7
TEMPORAL	89.4	86.2	81.9	73.3
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0

FUENTE: CALCULADO POR LA SUBDIRECCION DE PROYECTOS PRIORITARIOS DE LA DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD AGRICOLA CON DATOS OFICIALES DE LA SARH, 1988

CUADRO 2. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LAS AREAS DE RIEGO Y TEMPORAL EN EL VOLUMEN TOTAL DE LA PRODUCCION AGRICOLA

PERIODO	RIEGO	TEMPORAL	TOTAL
1976-78	60.5	39.5	100.0
1983-85	54.6	45.4	100.0

FUENTE: SUBDIRECCION DE PROYECTOS PRIORITARIOS DE LA DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD AGRICOLA, SARH, 1988

Los datos del Cuadro 2, indican la necesidad de que las áreas de riego aumenten su productividad traducido en valor de la cosecha o de la producción agrícola, aumentando la eficiencia de utilización de sus recursos que son superiores en calidad

contra los de temporal (1).

A pesar de los esfuerzos realizados por el agro, no se ha podido asegurar la autosuficiencia alimentaria, pero participa en forma importante en la soberanía nacional, a pesar de que su tasa de crecimiento y la participación del mismo en el PIB han sufrido una desaceleración, ya que entre 1982 y 1988 el crecimiento fue del 1.46% contra un aumento poblacional de 2.1%.

En este marco su capacidad de empleo también ha decrecido en términos relativos, mientras que en 1970 ocupaba el 33.7% de la PEA, en 1988 sólo dió empleo al 24.2%, aunado a la dependencia de importaciones de productos agropecuarios, los cuales pasaron del 5% del consumo aparente en 1965 a más de un 20% en 1989 (20).

De acuerdo con las cifras reportadas en el Cuadro 3, las exportaciones a nivel nacional de 1987 a 1988 tuvieron una variación relativa del 0.01% , mientras que las importaciones variaron en un 54.66%, resultando sus saldos positivos en ambos años.

También se observa que en el sector agricultura y silvicultura, aumentaron las exportaciones y las importaciones en mayor medida de un año a otro, mientras que la variación en las exportaciones es de 8.15% en las importaciones de 43.83%, lo que indica que las exportaciones tienen un valor mayor que las importaciones y aunque los

saldos son positivos en ambos años, éstos se ven reducidos, pues en 1987 fue de 324,306 miles de dólares y en 1988 resultó de 4,408 miles de dólares, reduciéndose en un 87.54%, aproximadamente ya que el valor de las exportaciones fueron casi idénticas para los dos años. Las importaciones en estos dos años crecen más que las exportaciones en miles de dólares (20).

CUADRO 3. MEXICO: BALANZA COMERCIAL (FOB) POR SECTOR DE ORIGEN (ENERO-DICIEMBRE, MILES DE DOLARES)

CONCEPTO	1 9 8 7		1 9 8 8	
	EXPORTACION VALOR	IMPORTACION VALOR	EXPORTACION VALOR	IMPORTACION VALOR
Total	20,656,187	12,222,852	20,657,633	18,903,359
Agricultura y Silvicultura	1,295,286	970,980	1,400,922	1,396,514

FUENTE: COMERCIO EXTERIOR, BANCA NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR. SNC ABRIL DE 1989, MEXICO

Las importaciones de 1988 en relación a las del año 1987 se incrementaron, llegando a casos como el del trigo a tener variaciones del 274.72% como se observa en el Cuadro 4.

Para los primeros meses de 1989, México solicitó 14,850 toneladas de soya (Glycine max) estadounidense para entregar 10,850 ton el 25 de febrero y 4,000 ton el 10 de mayo, además de otras compras de aceite pudiendo ser nuestro país el mercado más importante de las ventas de oleaginosas de Estados UNIDOS. (20).

CUADRO 4. PRINCIPALES PRODUCTOS IMPORTADOS POR EL SECTOR AGRICULTURA Y SILVICULTURA (ENERO-DICIEMBRE, MILES DE DOLARES)

CONCEPTO	1987	1988	VARIACION RELATIVA
Agric. y Silvic	970980	1396514	43.83
Maíz	283630	393819	38.85
Trigo	36636	137281	274.72
Sorgo	61677	138267	124.18
Frijol	17990	13624	-24.27
Semilla soya	219872	336280	52.94
Frutas frescas o secas	6082	7293	19.91
Hortalizas frescas	7400	8447	14.15
Semillas y frutos oleaginosos	114071	128179	12.37
Especies diversas	11270	11046	-1.99
Otros	153715	153193	-10.34

FUENTE: Comercio Exterior, Banco Nacional de Comercio Exterior, SNC. Abril de 1989. México

En la presente década los precios de garantía y comercialización han tenido una baja persistente en términos reales, la participación en el crédito bancario ha descendido del 14% a menos del 6% y como resultado del proceso de descapitalización que trae como consecuencia desaliento, injusticia y menor producción, este proceso acarrea también desempleo, emigración a las ciudades y al extranjero. La consecuencia más visible es el incremento de la dependencia alimentaria ya que de 1960 a 1969 se compró al exterior 689,000 toneladas de alimentos; en la siguiente década de 1970 a 1979 se importaron 26 millones de toneladas, pero en los últimos 9 años, la adquisición de alimentos básicos alcanzó la cifra de 60 millones de toneladas (20).

Para el año en curso (1989) se ha declarado que se importarán 8.6 millones de toneladas de productos básicos, de los cuales

4 millones corresponderán al maíz (Zea mays L.), un millón a trigo (Triticum vulgare), 100 mil toneladas al frijol (Phaseolus vulgaris L.), 50 mil de arroz (Oryza sativa) y el resto será de soya y sorgo (Sorghum bicolor). (20).

El volumen de las compras está determinado por la fuerte caída en la producción registrada en 1988. Durante este año se programó una producción cercana a los 15 millones de toneladas de maíz, de la cual sólo se obtuvo 12 millones de toneladas frente a una demanda nacional de 16 millones, por lo cual la importación de este grano representa el 25% del consumo interno.

La producción triguera nacional del ciclo Otoño-Invierno (1988-1989) es similar a la del ciclo anterior; con un volumen elevado de trigo cristalino que en el país se utiliza como forraje; así, las importaciones de este cereal serán para completar la demanda de trigo panificable. Se señala que el año pasado 1988, sobraron 600 mil toneladas de grano duro el cual se canalizó a la alimentación animal, ya que no se pudo exportar. Las siembras de granos duros se realizaron porque este grano es más resistente a plagas lo que determina menos pérdidas para el agricultor, aunque el precio del grano duro sea menor que el panificable.

Las 50 mil toneladas de arroz que se importaron en 1989 representó el 10% del volumen necesario para satisfacer la demanda nacional; esta operación obedece a la pérdida total

de las cosechas de la Península de Yucatán, zona que se utilizó para sustituir los faltantes que habría en el Noroeste por la escasez de agua en las presas durante el ciclo Otoño-Invierno 1988-89 (20).

Como se observa uno de los factores que se encuentra involucrado como decisivo en la producción nacional y consecuentemente con el monto de las importaciones es el recurso agua; primero, en la duración, distribución e intensidad del temporal y segundo, en el volumen que se capta en las presas, que limita el desarrollo normal de los cultivos o la superficie por establecer según sea el caso.

Debido al panorama anterior, una de las preocupaciones constantes del sector agropecuario es la soberanía alimentaria, por lo cual se ha propuesto metas con la finalidad de recuperar a corto plazo un ritmo dinámico productivo, de forma tal que estimule un crecimiento equilibrado en el sector y que se refleje en mejores condiciones de vida de los productores.

Una estrategia que es necesaria e indispensable tomar es, hacer un uso más racional y eficiente de los recursos con que se cuenta en los distritos de riego, como son: agua, suelo, mano de obra y capital, ya que el uso del agua en México se ha convertido en un factor decisivo que puede llevar al borde de una crisis en materia acuífera, pues, según estimaciones de la Asociación Mexicana de Riego, A.C. (A.M.R.A.C.), indican que para el año 2000 la demanda de agua para

diferentes usos habrá crecido en un 44%, mientras que la disponibilidad habrá decrecido en un 25%. Señala también que los tres problemas más serios son: el primero debido a una ineficiencia en la distribución por falta de mantenimiento a la infraestructura instalada, que significa el 40% de las pérdidas en los servicios doméstico-industrial y del 70% en el riego agrícola; el segundo problema es la carencia de la infraestructura hidráulica necesaria para explotar mejor los recursos y el tercero es la contaminación. Lo anterior provoca que en la agricultura la eficiencia a nivel de conducción sea de aproximadamente un 60%, y a nivel parcelario el porcentaje decrece en un 50%, por lo que la eficiencia global apenas alcanza un 30% (20).

Los tres problemas serios planteados por la A.M.R.A.C. acarrearán disminución en la producción, como lo que sucede en la Unión Guerrero, Municipio de la Viguita, donde 5000 ha de un total de 7500 ha, laborables, se dejaron sembrar el próximo ciclo, pues los canales de riego están asolvados, ya que desde hace 15 años no se le da mantenimiento (20). En el Valle de Tehuacán, Puebla, la falta de agua ha provocado la pérdida de las cosechas con un valor superior a 5000 millones de pesos, generándose invasiones de pozos por parte de ejidatarios para asegurar los riegos a sus cultivos (20). Otro caso es el de la Laguna, donde la SARH declara que los establos lecheros y la producción de algodón son los principales agotadores del manto acuífero, ya que en esta

zona anualmente se extraen a través de 2,000 pozos de bombeo eléctrico 1,200 millones de metros cúbicos, mientras que la recarga anual es apenas de 500 millones de metros cúbicos, de manera tal que se registra un abatimiento de 1.8 m por año y a raíz de ésto surge el problema de hidroarsenicismo en algunos municipios (20).

En respuesta rápida el Gobierno Federal propone la creación de una nueva Comarca Lagunera basada en una estrategia de cuatro puntos, donde uno de ellos es la respuesta frontal al problema del agua; también autoridades municipales declaran que uno de los problemas en la zona es la corrupción en la administración del agua (20).

Lo anterior indica que de alguna manera falta más atención en algunos distritos de riego tanto en mantenimiento de la infraestructura, inversión en estructuras necesarias, extracción del agua, distribución y administración del recursos hasta las parcelas.

Este último punto es de suma importancia, ya que si bien México ocupa el sexto lugar mundial con superficie bajo riego, lo cual implica disponer de casi 6 millones de ha bajo riego y con posibilidades de aumentarlas o incorporar otros 3.4 millones de hectáreas (20), esto podría lograrse con altos presupuestos asignados al mejoramiento de los sistemas hidráulicos; donde además de forma indispensable debe incluirse aumentar la eficiencia de conducción y parcelaria, ya que la Comisión de Agua a través de su Director General,

aseguró, coincidiendo con las estimaciones de la A.M.R.A.C. que, la eficiencia en el aprovechamiento del agua en las zonas agrícolas de riego del país es inferior al 50%, pues "más de la mitad se pierde en el camino" (20).

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Descripción de la zona de Estudio

2.1.1. Localización del Distrito

El distrito está formado por una parte territorial del Estado de Baja California Norte y otra del Estado de Sonora. Así parte del Valle de Mexicali y del de San Luis Río Colorado se integran y forman el distrito, localizándose en el extremo noroeste de la República Mexicana, entre los meridianos 114º 45' y los 115º 45' longitud oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos 31º 41' a 32º 43' latitud norte; limitando al norte con el Valle Imperial y Yuma de Estados Unidos, al sur con el Golfo de California o Mar de Cortés, al este con el Desierto de Altar y al oeste con la Sierra de Los Cucapá (28).

2.1.2. Hidrología

El distrito de riego Río Colorado junto con el Valle Imperial de California y el de Yuma, Arizona, forman el delta del Río Colorado, y la principal fuente abastecedora del Distrito es el Río Colorado, siendo otra la extracción de agua del subsuelo por medio de pozos (29).

La altura en que se encuentra el distrito oscila entre los 2 metros bajo el nivel del mar y los 45 msnm.

El delta del Colorado ha sido configurado en el transcurso

del tiempo por el acarreo continuo de material sedimentario proveniente de las Montañas Rocallosas, en un recorrido aproximado de 2730 km, hasta su salida al Golfo de California, atravesando los Estados de Utah, Nuevo México, Arizona, Nevada y California en territorio estadounidense, además de Sonora y Baja California, en suelo mexicano.

Este delta forma planos inclinados como el Valle de Conchella e Imperial en la porción norte y en el sur constituye los Valles de Yuma, San Luis y Mexicali, que en superficie cubren un área de 8450 km², (19).

2.1.3. Climatología

Los datos climatológicos (Cuadro A1) indican la gran diferencia existente entre las lluvias escasas y las evaporaciones mensuales tan intensas existentes en el distrito. Estos son factores climáticos que obligan de manera determinante a que el uso consuntivo de los cultivos sea más elevado que en otras zonas productivas de las mismas especies, al tener un metabolismo acelerado debido a la evapotranspiración más dinámica al presentarse altas temperaturas y una baja humedad relativa.

Otros fenómenos climáticos que ocurren en el Distrito son las heladas, presentándose con más frecuencia en los meses de diciembre, enero y febrero; respecto a granizo no se reporta en el lapso de 1949-1970, así como ausencias de tormentas

eléctricas y de nevadas.

En el año se observan un promedio de 29 días nublados y 314 días despejados que aunado a la fuerte temperatura y como los canales de riego parcelario no están revestidos, se desarrollan con bastante facilidad malas hierbas, provocando gasto de agua, lentitud en el movimiento de aguas, con la consecuente pérdida del recurso.

De acuerdo a la carta de climas elaborada por la Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL), se determinó que el clima para el Distrito es un BW(h')hs (e'), lo que corresponde a un clima cálido seco, con precipitaciones medias anuales de 50 m, evaporaciones media mensuales de 170 m, es decir, más de 40 veces mayor la evaporación que la precipitación con temperatura promedio mayores de 22oC, siendo la máxima 49oC y la mínima 22oC y la temperatura del mes más frío menor a los 12oC (19).

2.1.4. Vegetación

Debido a la condición de aridez de la zona, la vegetación predominante son especies típicamente xerófitas en las áreas no utilizadas en actividades agrícolas. Las características generales son: raíces extensamente ramificadas, de escasa talla, algunas espinosas de hojas pequeñas y a veces pubescentes, otras bastante cutinizadas, algunas más con el tallo protegido por una capa serosa impermeable, todas dispersas y ampliamente esparcidas.

Las más comunes se enlistan enseguida:

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO
QUELITE	<u>Amaranthus sypocondria</u>
CHOVE	<u>Opuntia fulgida</u>
CACHANILLA	<u>Plucea sericea</u>
MIRASOL AMARILLO	<u>Helianthus rigidus</u>
PINO SALADO	<u>Casuarina sp</u>
MOSTAZA (HIERBA)	<u>Brassica campestris</u>
GIRASOL	<u>Helianthus annus</u>
TULE	<u>Typha latifolia</u>
OCOTILLO	<u>Fouquieria splendens</u>
ABROSO	<u>Cenchrus echinatus</u>
AVENA SILVESTRE	<u>Avena fatua</u>
ALPISTE	<u>Phalaris minor</u>
COLA DE ZORRA	<u>Polypogon monspelian</u>
GRAMMA	<u>Cynodon dactylon</u>
ZACATE JOHNSON	<u>Sorghum halepense</u>
ZACATE PINTO	<u>Echinochloa colonum</u>
FIEBRE O SESBANIA	<u>esban sororde</u>
MEZQUITE	<u>Prosopis juliflora</u>
PALO FIERRO	<u>Prosopis palmeri</u>
PALO VERDE	<u>Cercidium sp</u>
TORNILLO	<u>Prosopis pubescens</u>
CHAMIZO CENIZO	<u>Atlipex hastata</u>
ALAMO	<u>Populus fremontii</u>
PINILLO SALADO	<u>Tamarix pentandra</u>
GOBERNADORA	<u>Larrea tridentata</u>

2.1.5. Antecedentes del Distrito

En 1853, los habitantes de esta zona, derivaban agua del Río Colorado mediante obras rudimentarias para regar pequeñas áreas. Mucho después, en 1904, a través de un acuerdo de nuestro país con la compañía americana California Development, la que realizó obras de derivación para riego en Estados Unidos y México, al conducir aguas en nuestro territorio, obtuvo el derecho de utilizar la mitad de las aguas derivadas en suelo mexicano y, ya para 1908, se regaban 3287 ha, 44,516 en 1918 y 84,780 en 1937.

Durante este periodo como el manejo del agua estuvo a cargo de compañías extranjeras que además tenían los terrenos concesionados, los mexicanos que cultivaban lo hacían en calidad de arrendatarios.

En 1938 cuando se crea el Distrito, también se consolida el agrarismo, fue entonces cuando el Gobierno Federal inicia el control de las obras, rescatando e incrementando las mismas al desplazar a compañías extranjeras. Para 1942 ya se cultivaban en el Distrito 107,250 ha, y en 1947 se llegó a 137,703 ha (28).

Como en 1950 se terminó de construir la presa derivadora Morelos, la superficie cultivada en 1951 se elevó a 192,214 ha.

Debido a que en territorio americano se estuvieron ejecutando obras que permitían un mejor control sobre los escurrimientos

del Río Colorado se llegó a la situación de sólo entregar a México los volúmenes asignados en el tratado internacional de 1944, México autorizó y ejecutó a partir de 1956 la perforación de pozos profundos de bombeo para así satisfacer las demandas de riego que no se cubrían con las aguas de gravedad. Posteriormente por efecto de la salinización provenientes de las descargas al río de aguas fósiles del Valle Welton Mohawk del Estado de Arizona, se abatieron los niveles productivos del Distrito; la superficie en cultivo disminuyó a 170,000 ha, por lo cual el Gobierno Federal decidió realizar la rehabilitación de las obras, lo cual se ejecutó entre 1969 y 1976 (28).

La superficie dominada del Distrito es de 629,000 ha, estando comprendidas dentro de los límites jurisdiccionales conforme al acuerdo oficial que lo creó.

La superficie regable asciende a 250,000 ha, que es la superficie susceptible de regarse con la infraestructura hidráulica existente. En el padrón de usuarios se tienen registradas 207,141 ha, que no se riegan en su totalidad porque existen predios afectados por obras o porque son ajustados en las autorizaciones de siembra (28).

Sin embargo, en los reportes de superficies sembradas, (cuadros A10 y A11), se observa una fuerte variación, que es debido a la siembra de segundos cultivos por la existencia de excedentes de agua enviada por el Río Colorado. Estos datos

señalan que la tierra no es un factor restringido de la producción, sino más bien es la cantidad de agua y su disponibilidad entre otros.

2.1.6. Tenencia de la tierra

La posesión de las tierras antes del reparto agrario, correspondía a empresas transnacionales y fue en el periodo 1850 a 1900 cuando la Colorado Land River C. con artificios legales llegaron a apoderarse de todo el Valle de Mexicali. La compañía tenía un poder absoluto para establecer los cultivos industriales, tratos comerciales y formas de usufructo de la tierra que más le convenían, manifestando así su monopolio sobre la región.

Durante la época de los años 20 la Compañía Colorado sintió presiones por la tierra debido a movimientos agraristas y sólo lograron que la Compañía vendiera pequeñas áreas en forma de colonia. Posteriormente el movimiento Cardenista imprimió fuerza y la Colorado pretendía seguir vendiendo y convertir el uso agrícola a ganadero, asunto que le fue imposible.

El pilar y soporte principal de la Colorado fue el cultivo del algodón pues en 1914 explotaba 4,500 ha, y para 1925 llegó a cultivar 60,000 ha, constituyó el mayor rancho algodonnero del mundo, ya que para 1930 explotaba de 4,000 a 8,000 trabajadores (chinos en su mayoría). A los trabajadores no se les permitía alguna construcción fija en el campo, al

mismo tiempo la ciudad de Mexicali crecía y los mexicanos reclamaban tierra. Así, la pelea por la tierra se inició en 1912 y fue en los últimos cuatro meses de 1937 que la Reforma Agraria cardenista asestó un golpe final dotando a jornaleros provenientes de distintas partes del país. Para 1938 se habían repartido 100,000 ha de la compañía Colorado; ésta abandonó el país en 1945 debido al pleito entablado y restricciones de agua que ya hacían poco atractivo seguir en nuestro país.

La forma de dotación fue en colectivo pero muy pronto fracasó por dos causas básicas: la inexperiencia de los productores que de un salto pasaron de jornaleros dispersos a la agricultura comercial de exportación (algodón) y a la administración del crédito ejidal que prohibió el individualismo y las canonjías individuales, sobre todo en los periodos cardenistas (11).

La tenencia actual de la tierra se expresa en el cuadro A2 el cual manifiesta que la superficie ejidal es superior a la pequeña propiedad. El rango de superficie que predomina en ambos tipos de tenencia es de 10.1 a 20 ha, representando este tamaño de parcela un 78.80% de la superficie y en cuanto a número de agricultores un 65.05%, así el tamaño de la media varía de 17 a 20 ha.

El número de ejidatarios es de 7,067 y 6,282 pequeños propietarios y la superficie total empadronada es de 207,965

ha (33).

2.1.7. Suelos

De acuerdo con la clasificación de la FAO-UNESCO, los suelos son aluviales de origen mineral, indeterminados por acumulaciones fluviales y coluviales en suspensión que fueron arrastrados y depositados por la avenida del río Colorado antes de la construcción de las presas de almacenamiento en los Estados Unidos (33).

Los trabajos realizados en 1966 por la jefatura del Distrito de Riego arrojó una clasificación agrícola de los suelos donde señala que: de 250,000 ha en estudio, 100,843 ha son de 1a. clase, 76,741 ha son de 2a. clase, 44,412 ha de 3a. clase, 11,047 ha de 4a. clase y 16,937 ha corresponden a la 5a. clase (30).

Las características principales de estas cinco clases de suelo corresponden a:

Suelos de 1a. clase. Son aquellos que no tienen problemas de salinidad, drenaje, topografía, erosión e inundación y con alta potencialidad agrícola.

Suelos de 2a. clase. Son suelos que con pequeñas erogaciones se pueden transformar en suelos de primera clase, debido a que únicamente presentan problemas de salinidad.

Suelos de 3a. clase. Son los que presentan problemas de

salinidad y erosión, posibles de rehabilitar.

Suelos de 4a. clase. Este tipo de suelos se pueden rehabilitar únicamente en casos extremos, en ellos se presentan problemas de salinidad, drenaje e inundación; esto no quiere decir que no se aprovechen agrícolamente, sino que los rendimientos son más bajos y la rehabilitación resulta demasiado costosa.

Suelos de 5a. clase. Estos suelos se clasifican económicamente no aprovechables para uso agrícola.

Los cultivos que según la SARH prosperan en las diferentes clases de suelos son:

1a. Clase	2a. Clase	3a. Clase
ALGODON	ALGODON	ALGODON
ALFALFA	ALFALFA	ACELGA
AJO	AJO	CEBADA
AJONJOLI	AVENA	CENTENO
AVENA	ACELGA	ESPARRAGO
ACELGA	BROCOLI	PALMA DATILERA
BETABEL	CALABAZA	REMOLACHA AZUCARERA
BROCOLI	CARTAMO	REMOLACHA FORRAJERA
CACAHUATE	CEBADA	SORGO GRANO
CALABAZA	CENTENO	SORGO FORRAJERO
CARTAMO	COL	TRIGO
CEBADA	COLZA	ZACATE BERMUDA
CEBOLLA	ESPARRAGOS	
COL	ESPINACA	
COLZA	GARBANZO	
CITRICOS	GIRASOL	
CHICHARO	HIGUERILLA	
CHILE	LINAZA	
ESPARRAGO	LECHUGA	
ESPINACA	MAIZ	
FRIJOL	PALMA DATILERA	
GARBANZO	REMOLACHA AZUCARERA	
GIRASOL	REMOLACHA FORRAJERA	
HIGUERILLA	SANDIA	
LECHUGA	SORGO GRANO	

1a. Clase	2a. Clase	3a. Clase
LINAZA	SORGO FORRAJE	
MAIZ	SOYA	
MELON	TOMATE	
PAPA	TREBOL	
PALMA DATILERA	TRIGO	
PEPINO	VID	
RABANO	ZACATE BERMUDA	
REMOLACHA AZUCARERA		
REMOLACHA FORRAJERA		
SANDIA		
SORGO GRANO		
SORGO FORRAJE		
SOYA		
TOMATE		
TREBOL		
TRIGO		
VID		
ZANAHORIA		

FUENTE: Pérez, B.D. 1981. Ordenamiento Ecológico del Valle de Mexicali. UNAM. México.

CUADRO 5. CLASIFICACION AGRICOLA DE LOS SUELOS DEL DDR 002

CLASE	SUPERFICIE HA	%
1a	100,843	40.34
2a	76,741	30.70
3a	44,412	17.76
4a	11,047	4.42
5a	16,957	6.78

FUENTE: SARH. 1988. Programa de Modernización de Areas de Riego, Mexicali, B.C. México.

El Cuadro 5 indica que en el Distrito predominan los suelos de la 1a clase, representando un 40.34% y junto con los de 2a clase un 71.04% y sólo el 11.20% tiene problemas para la producción agrícola, que son los suelos de 4a y 5a clase.

En el área del Distrito se han identificado seis series de suelos que se muestran en el Cuadro 8, en el que sobresalta la dominancia de las series Gila fase pesada y fase ligera con un hectareaaje de 247,230 ha, que equivale a un 80.37% de un total de 308,400 ha muestreadas. (Cuadro 6).

CUADRO 6. SERIES DE SUELOS EN EL DISTRITO DE RIEGO 002

SERIE	SUPERFICIE ha	%
GILA FASE PESADA	142,940	46.35
GILA FASE LIGERA	104,290	34.02
IMPERIAL	45,800	14.85
HOLTVILLE	13,290	4.31
MELOLAND	1,020	0.33
SUPERTITION	430	0.14

FUENTE: SARH. 1984. Estudios de Factibilidad Relativos al Programa Nacional de Mejoramiento en Areas de Riego del Distrito de Riego # 014, Río Colorado, Mexicali, B.C. México.

CUADRO 7. CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS SERIES DE SUELOS

CARACTERISTICA	GILA FASE PESADA	GILA FASE LIGERA	IMPERIAL
TEXTURA	MIG. ARC. LIM.	ARENO MIG. Y MIGAJON ARENOSO	ARC.MIG. Y ARC. LIMOSO
ESTRUCTURA	LAMINAR	COLUMNAR O AMORFA	COLUMNAR
PROFUNDIDAD	PROFUNDOS	PROFUNDOS	PROFUNDOS
COLOR	CAFE CLARO CAFE ROJIZO	CAFE CLARO	CAFE CLARO CAFE ROJIZO
POROSIDAD	ABUNDANTE	ABUNDANTE MUY ABUNDANTE	POCO ABUNDANTE
FERTILIDAD	MUY POBRE	POBRE	POBRE

MICRORELIEVE	ONDULADO	ONDULADO	ONDULADO
PEDREGOSIDAD	NO	NO	NO
SALES	CARBONATO DE Ca	CARBONATO DE Ca	CARBONATO Ca Y PART.DE YESO
DRENAJE SUP.	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
DRENAJE INTERNO	EFICIENTE	EFICIENTE	EFICIENTE
PENETRACION DEL MEDIANA SISTEMA RADICAL PROFUNDIDAD		PROFUNDA	SUPERFICIAL
AGRIETAMIENTO	SUPERFICIAL	NO	MEDIANO A PROFUNDO

FUENTE: SARH. 1984. Estudios de Factibilidad Relativos al Programa Nacional de Mejoramiento en Areas de Riego del Distrito de Riego # 014, Río Colorado, Mexicali, B.C. México.

En el Cuadro 8 claramente se muestra que más de 55,000 ha tienen un manto freático menor o igual a 2.0 metros, lo que podía significar un obstáculo para el lavado de sales, una vía para que afloraran más sales y/o para provocar pudriciones radicales entre otras.

Más recientemente se reporta que, de un total de 185,138 ha el 1.4%, o sean 2585 ha, tienen un manto freático a una profundidad de 1.0 m con relación a la superficie del suelo; el 9.2% (16,980 ha) presentan su manto entre 1.0 y 1.5 m; en el 20.40% (37,800 ha) se localiza entre 1.5 y 2.0 m y el resto a una profundidad mayor (33).

2.1.7.1. Nivelación de suelos

Aunque la topografía general de las tierras del Distrito es

plana, se encuentran áreas con deficiencias de nivelación ocasionando gastos extras de agua en los riegos parcelarios.

Para 1988 existen 17,749 ha con problemas de nivelación y adicionalmente 14,375 ha que requieren nivelarse (33).

2.1.7.2. Manto freático

CUADRO 8. NIVEL FREATICO DE LOS SUELOS DEL DDR 002

METROS	SUPERFICIE	%
0.0-1.0	2005	1.08
1.0-1.5	20890	11.28
1.5-2.0	32920	17.78
> 2	129323	69.86
TOTAL	185138	100.00

FUENTE: SARH. 1985. Diagnóstico sobre el Uso y Manejo del Suelo y el Agua en el Distrito de Riego # 014, Río Colorado. México.

2.1.7.3. Salinidad

Según el tratado internacional de aguas a México le corresponden 1,850 millones de metros cúbicos de dotación en una tabla "A" para tiempos de escurrimientos normales y una tabla "B" de 2100 millones de metros cúbicos para épocas en que los escurrimientos sean mayores. Para 1948 se tenían abiertas al cultivo 185,000 ha, pero el volumen no era suficiente y además las condiciones edáficas climáticas y contenido de sales de las aguas que fluctuaban entre las 800 y 900 ppm ya iniciaban sus efectos de salinización. No obstante se decidió abrir al cultivo hasta 257,000 ha y para

1952 se tenían 88,000 ha inutilizadas con sales. Cuando en 1955 se hace efectivo el tratado, la dotación establecida no alcanza para regar la superficie, entonces en 1957 se inicia la perforación de 700 pozos, de esta manera el agua de gravedad regaba 144,000 ha y 56,000 ha se regaron con pozos, lo cual representaba un volumen extraído de 1,120 millones de metros cúbicos.

Como la explotación de pozos provocó el abatimiento del manto y al extraer agua salobres, aunado a las bajas láminas de riego, se aceleró el proceso de ensalitramiento. Para 1960 el contenido de sales se agudizó llegando a concentraciones de 2500 ppm en aguas de gravedad, lo cual deterioraba el 10% anualmente de las tierras de cultivo.

El problema de la salinidad de las aguas de gravedad se discutió arduamente durante tres períodos presidenciales, hasta encontrar la solución mediante la construcción de un canal revestido que llevara las aguas salinas de E.U.A. hasta el mar y que ya no se condujeran por el Río Colorado.

Para solucionar los fuerte problemas generados por las sales en el Distrito, se llevó a cabo la rehabilitación del mismo que se inició en 1969 y terminó en 1977, este programa incluyó: nivelación de terrenos, lavado de suelos, construcción de drenes, revestimiento de cañales y compactación del Distrito.

De acuerdo con el estudio de salinidad practicado por el

distrito en 1979, existen en la zona 71,237 ha con problemas fuertes de salinidad (33) y 79,000 ha con salinidad media y baja (30).

Los problemas más graves se localizan en el sur y en el norte centro del Distrito. Se considera que los principales factores causantes del ensalitramiento de los suelos de la región son:

- En la parte oeste del Distrito, el factor predominante es la textura de los suelos, debido al drenaje lento que presentan.

- En la parte sur y media del Distrito, los factores son el tipo de suelos que tienen estratos arcillosos que limitan el drenaje interno del suelo y la deficiente conservación de la red de drenaje.

- En todo el Distrito el mal manejo del suelo y del agua. La deficiente preparación del suelo, no acorde con las características de los suelos, deficiencia en los métodos de riego a nivel parcelario.

- Inundaciones de la parte sur del Distrito por los excedentes de agua, la cual ha bloqueado el flujo hacia el Golfo de California provocando elevaciones de los mantos freáticos y con ello el ensalitramiento de los suelos.

- Se señala que la producción agrícola se afecta seriamente con la salinidad, ya que a medida que un suelo se ensalitra el rendimiento va disminuyendo, pues en un suelo que pasa de

la 1a a la 2a clase, los cultivos disminuyen su rendimiento de 10 a 30%; en un suelo de 3a clase disminuye hasta un 50% el rendimiento para cultivos moderadamente tolerantes y en los suelos de 4a clase aún los cultivos muy tolerantes resultan incosteables en su establecimiento (30).

Como se observa en los Cuadros A3 y A4, en ambas profundidades se han recuperado suelos a clase normal, en la profundidad 0-20 cms, pasa de un 38.2% en 1966 a un 70.14% en 1987 y en la profundidad de 20-100 cms de un 33.24% en 1966 a un 56.90% en 1987. También se muestra como han disminuido los suelos salinos y la sodicidad en dos profundidades. Para 1987 el 49.59% de las 250,000 ha padecen de cierto grado de salinidad que perjudica la productividad de los cultivos y va cambiando la estructura y composición del patrón de cultivos ya que las plantas cultivadas tienen diferente tolerancia relativa a la concentración de sales. (cuadro 5).

2.1.7.4. Textura de los suelos

En los terrenos se identifican las texturas correspondientes a 308,400 ha, donde predominan las texturas medianas y ligeras, como lo indica el Cuadro 9.

CUADRO 9. TEXTURAS DE SUELOS

TEXTURA	SUPERFICIE ha	%
PESADA	52090	19.16
MEDIANA	142940	46.35
LIGERA	106370	34.49
TOTAL	301400	100.00

FUENTE: SARH. 1984. Estudios de Factibilidad Relativos al Programa Nacional de Mejoramiento en Areas de Riego del Distrito de Riego # 014, Río Colorado, Mexicali, B.C. México.

En los Cuadros 6 y 7 se observa que en el Distrito predominan los suelos de 1a y 2a clase; las series más importantes por la superficie ocupada son la gila fase pesada y fase ligera, donde las características más negativas serían la pobre fertilidad y presencia de carbonato de calcio, que es una limitante para el lavado de sales en la profundidad del manto freático, ya que la salinidad se presenta en más del 48% de las 250,000 ha y aunque las texturas medianas y ligeras se encuentran en mayor porcentaje que las pesadas, (cuadro 9), persiste el problema de presencia de sales y más gasto de agua para un lavado y rehabilitación de suelos.

2.1.8. Infraestructura hidráulica del Distrito

Para el uso racional del agua del Río Colorado, el 3 de febrero de 1944 se estableció un tratado internacional de aguas, del cual se destacan los artículos 10o y 12o. El artículo 10 o indica que, de las aguas del Río Colorado, cualquiera que sea su fuente se asignará a México un volumen garantizado de 1850,243,000 metros cúbicos. También se señala

que en casos de extraordinaria sequía o de serio accidente al sistema de irrigación de los Estados Unidos, que haga difícil entregar la cantidad garantizada por año, el agua asignada a México se reducirá en la misma proporción en que se reduzcan los consumos en los Estados Unidos, aunque también se establece que en cualquier año cuando exista agua en exceso a juicio de la sección de Estados Unidos y después de abastecer los consumos de Estados Unidos y México, se obligan a entregar a México cantidades adicionales de agua hasta un volumen total que no exceda de 2,096,931,000 metros cúbicos. El artículo 12o establece que México construirá a sus expensas en un plazo no mayor de 5 años a partir de la fecha en que entra en vigor este tratado, una estructura principal de derivación ubicada aguas abajo del punto en que la parte más al norte de la línea divisoria internacional terrestre encuentra al Río Colorado y que, una vez construida, la operará una comisión de ambos países y se mantendrá a expensas de México (15).

Con las directrices del tratado, la comisión internacional se encargó del diseño de la estructura y encomendó su construcción a la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la cual la construyó sobre el Río Colorado en el tramo limítrofe a 70 km al oriente de la ciudad de Mexicali, cuya función es derivar las aguas procedentes de la derivadora imperial de Estados Unidos y regar en los valles de Mexicali y San Luis Río Colorado una superficie hasta de 250,000 ha del Distrito de Riego (28).

Actualmente se cuenta además con 2,902 km de canales revestidos (1.16 km/100 ha), de los cuales 470 km son principales y 2,432 km secundarios.

De los 470 km de canales principales, 350 km están revestidos de concreto y 120 km falta por revestir. En los secundarios 1883 km están revestidos de concreto y faltan por hacerlo en 549 km.

En relación a drenes, se han hecho 1,687 km (0.66 km/100 ha) de los cuales 422 km son drenes principales y se encuentran en un estado físico regular, el resto 1,265 km son drenes secundarios.

El Distrito está comunicado con 4,117 km (1.65 km/100 ha) estando revestidos 2,422 km y 1.695 km de terracería; así mismo se ha establecido una red telefónica de 145 km (0.58 km/100 ha).

En 1989 se tenían 18 pozos federales descompuestos que requieren reposición (14 en zona de riego y 4 en la mesa arenosa de San Luis), las zonas afectadas son auxiliadas para el riego con agua de otros pozos o de gravedad.

En los pozos particulares para 1989 se tienen 35 de ellos que requieren reposición, y aunque la SARH en los últimos años ha repuesto 40 pozos particulares, cuando se abandonan por mucho tiempo es difícil rehabilitarlos pues ésta es muy costosa (150 millones de pesos de 1988 por rehabilitación por pozo) (2).

2.1.9. Disponibilidad de agua

En el Distrito de Desarrollo Rural 002 se tienen dos sistemas de riego: el de gravedad y el de pozos. La fuente para regar por gravedad son las aguas provenientes del Río Colorado, que está sujeto al tratado internacional, y la otra fuente es la extracción del agua del subsuelo a través de pozos.

El Cuadro A6 muestra las disponibilidades, haciendo un gran total o volumen bruto disponible de 2,747.534 millones de metros cúbicos y por efecto de extraer más de lo recomendado en los pozos, llega a disponer de un volumen de 2,959 millones de metros cúbicos . (Cuadro A7)

Bajo condiciones normales la explotación del acuífero ha ascendido a 1,100.00 millones de metros cúbicos, aunque las recomendaciones anteriores no lo marquen así, sin embargo en los últimos años agrícolas se ha reducido la extracción a 930.00 millones de metros cúbicos debido a los excedentes de agua mandados por el Río Colorado.

Tal y como lo muestra el Cuadro A7, la disponibilidad de agua total es de 2,950 millones de metros cúbicos, 1,850 de gravedad que escurren por el Río Colorado por tratado internacional y 1,100 millones de metros cúbicos extraídos del acuífero por pozos, aunque este volumen baja cuando se presentan excedentes y cabe aclarar que no es lo recomendado. Lo más apropiado sería extraer 900 millones de metros cúbicos según los estudios practicados, de esta manera la

disponibilidad más racional serían 1,850 de gravedad más 900 de acuífero sumando un total de 2,750 millones de metros cúbicos.

La disponibilidad sólo se vería afectada si el Estado de Arizona reclamara agua de gravedad que le corresponde y/o si perforara pozos, el efecto sería doble pues minimizaría la posibilidad de excedentes por gravedad que son los que recargan en buena parte al acuífero y si perforan, la recarga por flujo subterráneo se disminuiría, estas situaciones debe ser motivo de tenerlas en cuenta para planear a futuro el uso del recurso así como su manejo actual, tratar de utilizarlo de la manera más eficiente.

La disponibilidad también puede verse disminuida por los gastos ocasionados en el uso doméstico e industriales, pues como se observa en el Cuadro A8, el uso de estos aspectos tiene un incremento del 4.75% anual en el lapso de los años agrícolas 1980 a 1987. Este aumento del gasto en volumen representa para el año 1987-88 un 3.72% de una cantidad total "extraída" de 3,399.443 millones de metros cúbicos, lo cual significa que si se mantiene la tasa de crecimiento en el uso doméstico e industrial del 4.75% anual, al cabo de 10 años el gasto sería de 201.31425 millones de metros cúbicos, y representaría el 5.92% del total general extraído en el Distrito para ese año, lo que equivale a dejar de usar 74.74325 millones de metros cúbicos, siendo igual a no sembrar 6,542 hectáreas de trigo que podría perjudicar a 327

productores de trigo con tamaños de parcela de 20 hectáreas.

2.1.10. Historia del Patrón de Cultivos

La región en la que hoy se localiza el Distrito de Desarrollo Rural 002 Río Colorado (Valle de Mexicali y San Luis), presentaban a fines del siglo pasado, varios atractivos para el impulso de la actividad agrícola en los valles, pues contaba con el recurso hidráulico primordial para el sustento de actividades productivas y de asentamientos humanos; la pendiente natural del terreno facilitaba la introducción de riego por gravedad, el potencial edáfico formado por depósitos profundos de aluvión y ricos en nutrientes, un clima cálido que permitía más de una cosecha. Estas condiciones fueron aprovechadas y a fines de 1890 fue constituida la "Sociedad de Irrigación y Terrenos de Baja California", compañía pionera en la construcción de sistemas de riego agrícola en la región, obras que fueron complementadas posteriormente con las represas para el control de escurrimientos extraordinarios del Río Colorado. La situación descrita propició la colonización de los valles de ambos lados de la frontera.

La ciudad de Mexicali se fundó oficialmente el 14 de marzo de 1903 y en esta década 1900-1910 la agricultura es la actividad económica principal ya que se introducen sistemas de riego en los valles Imperial y Mexicali.

En el período 1910-1940, el crecimiento de Mexicali estuvo propiciado por la demanda algodonera (1914-1918); se amplió la superficie cultivable, la ley seca en Estados Unidos (1920) y el regreso de los trabajadores mexicanos de Estados Unidos (1929), estos hechos modifican la fisonomía de la pequeña ciudad que contaba en esa fecha con 18,775 habitantes.

A partir de 1942, se presentan flujos importantes hacia la frontera norte debido al reparto agrario impulsado por Lázaro Cárdenas sobre las tierras del Valle de Mexicali y debido al impacto de la Segunda Guerra Mundial se demandó más trabajadores agrícolas en ambos lados fronterizos. Estos acontecimientos proporcionaron un carácter distinto a una ciudad que originalmente fue agrícola (algodón principalmente) pasaba a diversificar sus actividades económicas, teniendo la ciudad una población de 174,540 habitantes para 1960. En este lapso 1940-1960, aparecen las procesadoras y embotelladoras de jugos y refrescos, despepitadoras de algodón y empresas dedicadas a la venta de maquinaria agrícola.

En la década de 1960-1970 se presentaron dos acontecimientos importantes que repercutieron en cambios trascendentes para la ciudad: primero, el problema de la salinidad del Colorado se agudiza, y la presencia del gusano rosado, plaga del cultivo del algodón, deteriorando la economía agrícola de la región, por lo que hubo necesidad de romper con el patrón de

monocultivo (algodón), permitiendo con ello la siembra de otros cultivos, y segundo, la creación del programa de industrialización fronteriza, que sienta las bases de la industria maquiladora (22).

En la década de los años 60, en el antiguo Distrito Agropecuario de Riego No 14, Río Colorado, hoy conocido como Distrito de Desarrollo Rural 002 Río Colorado, los cultivos que dominaban fueron algodón, trigo y alfalfa. Así en el año agrícola 1963-1964, de las 184,770 ha totales sembradas, 126,250 ha correspondían a algodón 51,836 ha para trigo y 5,050 ha para alfalfa, entre estos tres cultivos se sembraba el 99.11% del total, en este tiempo de las hortalizas sólo sobresalía el ajo con 44 ha, el sorgo, cártamo, cebada, maíz y ajonjolí todavía no se cultivaban. (cuadro A9).

Para el siguiente año agrícola 1964-1965, ya aparecen la cebada y el espárrago, pero sorgo, cártamo, maíz y ajonjolí no se siembran; además siguen dominando algodón y trigo. Fue hasta el año agrícola 1965-1966 cuando se inicia a conformar un patrón más variado y parecido al actual, pues se establecen cártamo, cebada, trijo, ajo, alfalfa, espárrago, algodón y sorgo. Durante este año agrícola el algodón domina, así como el año agrícola anterior con más de 120,000 ha.

Para el año siguiente el cultivo que aparece es la avena, y es hasta el año agrícola 1969-1970 cuando por primera vez se siembra más trigo que algodón. De un total de 172,635 ha, 69,664 ha son de trigo y 58,791 ha son sembradas de algodón;

también en este año agrícola ya se explota el maíz con 2,088 ha.

Durante el año agrícola 1970-1971, la única novedad es la aparición del cultivo de sorgo sudán, siendo la superficie sembrada de algodón mayor que la de trigo.

El ajonjolí aparece hasta el año agrícola 1971-1972 y aquí el trigo se siembra en mayor cantidad que el algodonerero. El cultivo de sorgo forrajero se establece durante el año agrícola 1972-1973 por primera ocasión, lo mismo que el pasto ballico, conocido en la zona como rye grass.

La composición del patrón por cultivos se mantiene hasta que aparece la vid en 1974-1975 en forma productiva y otros frutales se reportan como productivos para el año agrícola 1978-1979, y es en los últimos años agrícolas cuando recién aparece el cebollín y la soya, pues para el año agrícola 1986-1987 se siembran 436 ha de soya y 2,384 ha de cebollín para el año agrícola 1987-1988.

De esta manera han venido apareciendo nuevos cultivos en el área del Distrito hasta llegar a conformar un patrón actual donde se trata de tener una proporción del 60% de siembra en otoño-invierno, 10% en perennes, incluyendo en éstos al espárrago y la alfalfa y un 30% para el ciclo primavera-verano con la intención de manejar mejor el recurso agua y que no haya escasez para los cultivos (23).

Como se observa en el Cuadro A9, desde hace más de veinte años se ha venido conformando un patrón de cultivos, al cual se han incorporado cultivos importantes y donde otros se les ha dejado de cultivar o disminuido considerablemente su superficie explotada. Lo que si es notorio es la dominancia de 2 cultivos, el algodón y el trigo.

Desde que la Colorado River Co se introdujo a México en esta área, inició en gran escala el cultivo y explotación del algodón, la Segunda Guerra Mundial también provocó una demanda mundial de esta fibra lo que provoca que el precio por este producto fuese atractivo a los productores y tiempo después en la década de los sesenta las fibras sintéticas desplazan a las naturales, pero a pesar de ello este cultivo persiste en el valle.

El proceso de ensalitramiento del valle producido por las aguas provenientes del Río Colorado en la década de los años sesenta, redujo la factibilidad de establecer algodón reduciendo la fertilidad de los suelos y los precios que estaban a la baja, por otra lado el mismo cultivo ya presentaba un excesivo gasto en el control de plagas, aún con lo anterior el agricultor espera que el precio sea bueno después de un año malo y esperanzados a que el precio internacional sea alto establece el cultivo.

El trigo también se establece desde hace más de veinte años en la zona, pero cobra una fuerte importancia en la década de los años setenta cuando por efectos de la investigación

avanzada en este cultivo se hace más seguro y redituable, desplazando al algodón en superficie.

En la misma década se inicia el cultivo de hortalizas para exportación y debido al ensalitramiento de algunos terrenos, se promueven proyectos de desarrollo ganadero apoyándolo con el cultivo de zacate rye grass, ya que tolera a la salinidad. De esta manera se ha conformado un patrón de cultivos que responden a precios internacionales, así como a la cercanía de capital extranjero y campañas permanentes donde se subsidiaban productos químicos para controlar plagas, como fue el caso del algodón. Otro cultivo, el trigo que obedeció a su bondad de cultivo, fácil de manejar, facilidades con crédito y comercialización seguro pues obedece a una política macro y regional de producir básicos. Un grupo de cultivos forrajeros destinados a la engorda de animales y producción de leche, donde los programas se apoyaron con créditos a corto plazo, donde los cultivos como pastos, alfalfas y sorgos, no les falta agua barata, lo cual permite su desarrollo normal, y, por otro lado se cultivan hortalizas de exportación debido a que se localiza a unos kilómetros la frontera, productos dedicados al comercio con Estados Unidos, muchas veces su explotación con contratos de compañías estadounidenses, ya que disponen del lado mexicano recursos baratos que pueden explotar.

En los Cuadros A10 y A11 se puede notar que para el año agrícola 1987-1988 la superficie tanto de algodón y trigo

superan las 65 000 ha cada uno, observándose también una fuerte superficie sembrada de forrajes, alfalfa con más de 15,000 ha, rye grass 14,399 ha, verde picado y henificado 4,761 ha, y en grupo de hortalizas, espárrago 3,588 ha, cebollín 4,153 ha, y una superficie no reportada de melón y sandía. Es notorio por otro lado la incipiencia de cultivos productores de aceite, aunque ajonjolí y cártamo son ya importantes, y otra observación muy importante es la escasa superficie sembrada de básicos como maíz y frijol.

De esta manera las características de esta agricultura de riego y mecanizada que responde a las expectativas de precio de sus productos. Así como aprovecha las ventaja de estar cerca o junto a la frontera y que utiliza recursos a bajos precios, es una agricultura completamente capitalista apoyada por una organización de productores con un peso político y económico en la región.

En un nivel general las causas económicas políticas que pueden influir en el patrón de cultivos y por supuesto en la misma producción son: 1) La caída de la demanda interna de alimentos, que es determinada a su vez por la contracción de los salarios reales, que se convierte en un factor depresor de los precios agrícolas relativos en el mercado abierto; 2) La caída de la rentabilidad de las inversiones agrícolas y de la acumulación de capital en ciertas ramas de la producción rural (cuya composición orgánica del capital es alta) y en aquellos estratos campesinos que producen primordialmente con

mano de obra propia y familiar. Este deterioro de la rentabilidad se deriva, a su vez, primero, de la caída de los precios relativos de los productos agrícolas y, segundo, del incremento de los precios de los bienes de capital (maquinaria e implementos) así como de la elevación de los precios de los insumos agropecuarios (fertilizantes, insecticidas, combustibles, etc) con tasas superiores a los precios agrícolas y al índice general de precios; 3) Las políticas económicas instrumentadas por el Estado a partir de 1982 que han determinado: a) La brusca caída de la inversión pública en irrigación, fomento agropecuario y crédito rural; b) La contracción de la demanda interna de alimentos y materias primas agropecuarias (al deprimir el salario real y el nivel de la actividad industrial); y c) La evolución de las relaciones de precios desfavorables a la agricultura, de manera directa mediante la fijación de los precios de garantía y de los precios de venta de ciertos insumos producidos por el Estado (como fertilizantes y combustibles) y de manera indirecta por la política cambiaria que ha encarecido la maquinaria agrícola y ha puesto al consumidor nacional de alimentos en desventaja respecto al consumidor extranjero que paga en dólares sobrevaluados (4).

Los productores del Distrito de Desarrollo Rural 002 Río Colorado como cualquier otro productor de distrito de riego, busca en el proceso productivo la máxima ganancia, por lo cual modifica el área a sembrar y selecciona el cultivo de

acuerdo a las condiciones de crédito, precios de garantía y gastos posibles de mano de obra, maquinaria e insumos que utilizará además de las perspectivas de precio internacional o contratos establecidos con empresas transnacionales relacionadas con su producción. Los criterios anteriores se ven modificados por las políticas de precios establecidos por el Estado; si los precios de garantía no lo favorecen (Cuadros A12, A13 y A14), y los insumos como fertilizantes están incrementando sus precios (Cuadros A15 y A16) y por otro lado los cultivos son muy atacados por plagas y resulta muy costoso su control, claro está que decidirán cultivar y producir aquellos cultivos que se encuentren en mejores condiciones de producir y ofrezcan una seguridad en su comercialización para a su vez obtener mayores beneficios. Como promedio de 10 años agrícolas se tiene un patrón de cultivos en el Distrito de Desarrollo Rural 002 Río Colorado, que se expresa en el Cuadro 10, el cual indica que los principales cultivos por superficie cosechada son trigo, algodón, alfalfa, cebada, rye grass, ajonjolí, maíz, cártamo, sorgos, vid, frutales varios y hortalizas.

Es importante señalar que en la década de los años sesenta el algodón pasaba de las 120,000 ha cosechadas y a partir del año agrícola 1967-1968 inició un decremento, en cambio el trigo ese mismo ciclo inicia también saltos incrementando en superficie (Cuadro A10), cambios que transforman al Distrito de productor de fibras a especializado en cereales y forrajes actualmente, según la superficie sembrada.

CUADRO 10. PATRON DE CULTIVOS DEL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 002 RIO COLORADO. PROMEDIO DE 10 AÑOS AGRICOLAS 78-79 A 87-88

CULTIVOS	SUPERFICIE EN	HECTAREAS
OTOÑO-INVIERNO	SEMBRADA	COSECHADA
CARTAMO	4002	3835
CEBADA	14183	13434
TRIGO	81158	77967
RYE GRASS	11315	11282
VARIOS	5137	4301
SUBTOTAL	115795	110819
PERENNES		
ALFALFA	16847	16471
ESPARRAGO	2239	2125
VID	2466	1886
FRUTALES	455	375
SUBTOTAL	22007	20857
PRIMAVERA-VERANO		
ALGODONERO	61628	60293
SORGO G	3719	3397
SORGO F	3403	3315
MAIZ	6248	5816
AJONJOLI	10423	9586
OTROS CULTIVOS	5852	5699
SUBTOTAL	91273	88106
TOTAL	229075	219782

FUENTE: Calculado con base en los informes del producción, rendimientos y valores de la cosecha del DDR, Río Colorado

NOTA: Se incluyen segundos cultivos

2.1.11. Superficie sembrada

Para una mejor y más eficiente operación del Distrito, normalmente se pretende programar una superficie en proporción de 30%, 10% y 60%, correspondiendo a los ciclos

otoño-invierno, perennes y primavera-verano. Esto se destaca en el Cuadro A17 con más facilidad en el año agrícola 1981-1982, y obedece más que todo, al tipo de cultivo y sus requerimientos de agua, en relación a la solicitud del líquido que se programa por parte del Distrito y cantidades extraídas de pozos.

En forma global son notables los saltos que se observan en cuanto a superficie total sembrada por año agrícola; por ejemplo a partir del año agrícola 1978-1979 se han sembrado más de lo normal debido a la existencia de excedentes en los escurrimientos del Río Colorado (Cuadro A11). También la estructura porcentual perseguida para programar 30, 10 y 60% se está cambiando pues se nota en el Cuadro A17, sólomente el porcentaje para perennes trata de mantenerse en un 10%, se observa que las siembras de otoño-invierno han aumentado y las de primavera-verano tienden a bajar su superficie sembrada. La explicación puede ser que antes las siembras de primavera-verano dominaban con segundos cultivos, pues se sembraba más algodón, sorgo grano, sorgo forrajero, maíz, ajonjolí y otros que se regaban con excedentes, llegando a sembrar hasta más de 40,000 ha con aguas excedentarias.

Pero en los últimos seis años agrícolas la superficie sembrada de algodón ha disminuido y aumentado la de trigo, como lo muestra la Figura 1 donde sobresale que en el año agrícola 1987-1988 las superficies de estos cultivos como el algodón y trigo son muy similares, alrededor de 66,000 ha.

En el año agrícola 1987-1988 se tenía programado sembrar 95,667 ha de trigo y 43,000 ha de algodón, pero una cosa se programó y otra sucedió, pues se sembraron 65,968 ha de trigo y 66,008 ha de algodón. Los productores pensaron que el precio del algodón los favorecería; así pensaron muchos y la realidad fue que el precio se desplomó y esto provocó que las autoridades y productores llegaran a tomar acuerdos que en nada favorecen a los productores, pero al menos no cayeron en carterera vencida legal; esto último hace notar que lo programado no se respeta, lo que se hace realmente es lo que requiere el productor o sus organizaciones obedeciendo a sus motivaciones, aunque perjudica a la programación del uso del agua a nivel distrito, ya que los permisos de riego de otoño-invierno los pasan para primavera-verano, que es el periodo donde además existen más pérdidas por evaporación, al no tener almacenamiento de aguas (sólo el acuífero), el establecer otro cultivo con otro requerimiento de agua y en diversos suelos, todos estos aspectos no permiten que la programación sea efectiva, sino que provoca cambios repentinos de solicitud de agua y pérdidas de la misma, así como problemas de riego en los tandeos ya que cuando le llega agua a la parcela se riega con lámina pesada pensando que así soportará más el cultivo para cuando se vuelva a regar, aunque se puede discutir que es la cantidad justa.

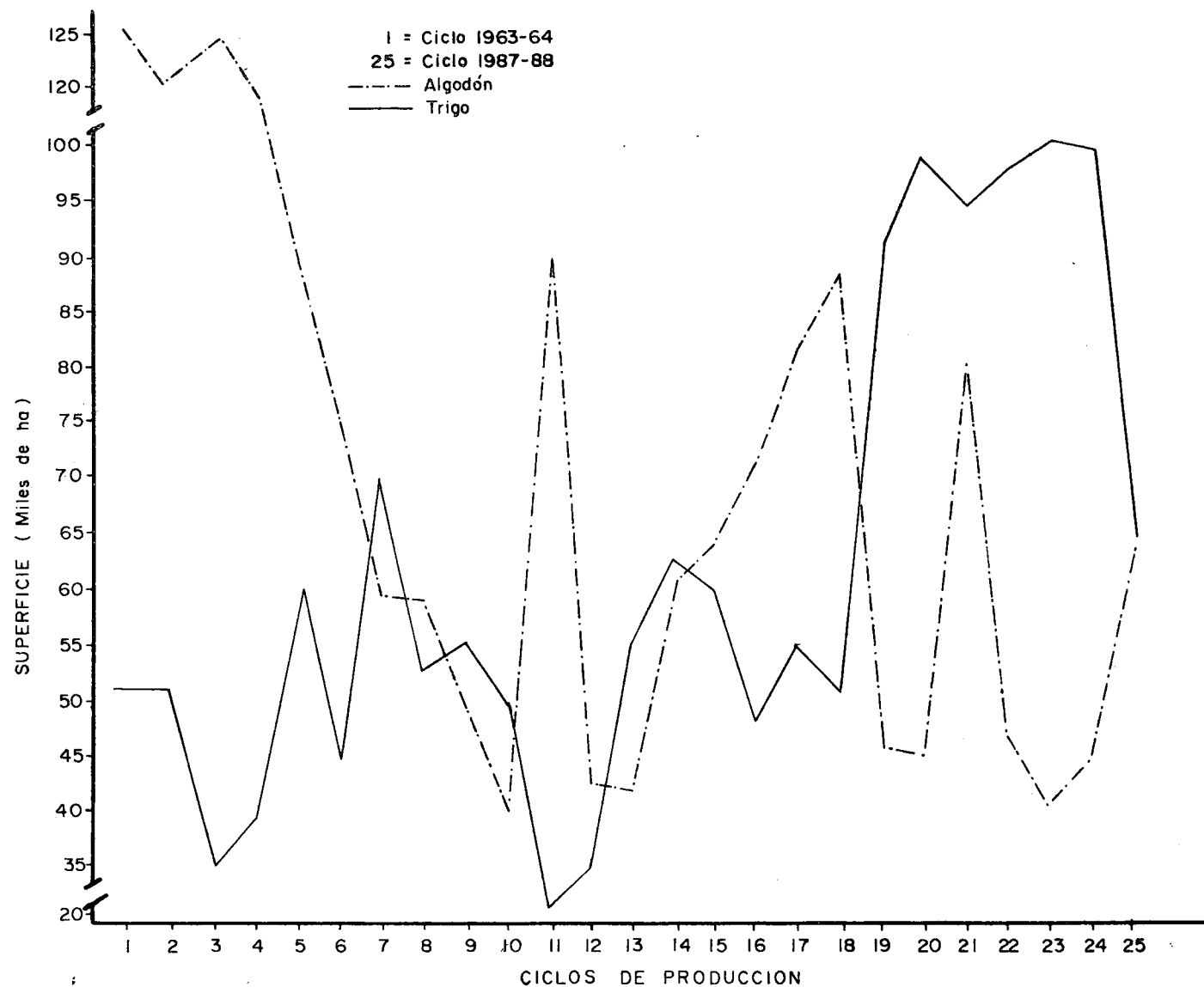


FIG. 1. COMPORTAMIENTO DE LA SUPERFICIE SEMBRADA DE ALGODON Y TRIGO EN 25 CICLOS AGRICOLAS.

2.1.12. Mano de obra

Como se observa en los Cuadros 11 y 12 la población económicamente activa (PEA) agropecuaria para las dos localidades viene disminuyendo fuertemente, ya que de forma conjunta en 1960 es del 53.53% de la PEA total de los dos municipios, y pasa a un 14.50% de la PEA para ambos en 1980, a pesar de que la PEA de ambos aumente un 92.32% de 1960 a 1980. La disminución de la gente empleada en el campo se debe al desplazamiento de la mecanización del agro, a la generación de empleos en las ciudades por su mismo crecimiento en la necesidad de obras y servicios, presencia de maquiladoras y al efecto frontera, ya que muchos mexicanos residentes en Mexicali o San Luis, sólo pasan a trabajar a los Estados Unidos y regresan todos los días.

De las cifras de los censos de población de los años 1960, 1970 y 1980, se extraen los siguientes datos:

CUADRO 11. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA AGROPECUARIA EN .LM15EL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 002 RIO COLORADO. (MEXICALI, B.C. Y SAN LUIS RIO COLORADO, SON)

LOCALIDAD	1960		1970		1980	
	PEA	PEA AGRIC	PEA	PEA AG	PEA	PEA AG
MEXICALI	90376	47623	98738	32820	170675	22974
%		52.69		33.24		13.46
SAN LUIS	13030	7745	16422	6775	28202	5879
%		59.44		41.26		20.85

FUENTE: García, M.M. 1986. Generalidades sobre la producción agrícola en el Valle de Río Colorado. UACH. Chapingo, México.

CUADRO 12. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA AGROPECUARIA
CONJUNTA DE MEXICALI, B.C. Y SAN LUIS RIO COLORADO,
SON.

	1960	1970		1980		
D	PEA	PEA AGRIC	PEA	PEA AGRIC	PEA	PEA AGRIC
D	103406	55368	115160	39595	198872	28853
R						
		53.54%		34.38%		14.50%
0						
0						
2						

FUENTE: García, M.M. 1986. Generalidades sobre la producción agrícola en el Valle de Río Colorado. UACH. Chapingo, México.

En los Cuadros 13 y 14 se nota que la población total en los dos municipios viene creciendo a una tasa de 3.58% anual en la década de 1960-1970 y otra de 2.75% anual durante los años de 1970 a 1980; también la PEA crece a tasas diferentes según la década, 1.08% anual de 1960 a 1970 y se eleva fuertemente en la década de 1970 a 1980; para la PEA agropecuaria durante esas dos décadas viene decreciendo a tasas superiores al 3% promedio anual.

CUADRO 13. POBLACION TOTAL POR MUNICIPIO

LOCALIDAD	A	ÑO	S
	1960	1970	1980
MEXICALI	281333	396324	510664
SAN LUIS R.C.	42134	63604	92790
TOTAL VALLE	323467	459928	603454

FUENTE: García, M.M. 1986. Generalidades sobre la producción agrícola en el Valle de Río Colorado. UACH. Chapingo, México.

CUADRO 14. TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL, EN EL DISTRITO
(MEXICALI, B.C. Y SAN LUIS RIO COLORADO, SON)

LOCALIDAD	(1960-1970)		(1970-1980)	
	TCD	TCC	TCD	TCC
*POBLACION TOTAL	3.58	3.51	2.75	2.71
PEA	1.08	1.07	5.61	5.45
PEA AGROP	-3.29	-3.34	-3.11	-3.15

TCD = Tasa de crecimiento discreta: $(VF/VI)^{1/N} - 1 \times 100$

TCC = Tasa de crecimiento continua:

$$(1 + r) = TCC$$

$$r = (VF/VI)^{1/n} - 1$$

* = Población total de Mexicali y San Luis Río Colorado

FUENTE: Elaborado por el autor.

Si se sigue la tendencia de disminución la PEA agropecuaria a una tasa promedio anual del 3.2% para el año 1988 se contará con una PEA agropecuaria de 22,243 personas, según la expresión $VF=VI (1 + r)^n$; donde $VF = 28,853 (1 + (-0.032)^n$, y $n=8$. (Cuadro 15).

CUADRO 15. PROYECCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA
AGROPECUARIA CONJUNTA DE MEXICALI, B.C. Y SAN LUIS
RIO COLORADO, SON

AÑO	PEA AGROPECUARIA
1980	28853
1981	27929
1982	27036
1983	26171
1984	25333
1985	24523
1986	23738
1987	22978
1988	22243
1989	21531
1990	20842

FUENTE: Calculada con base en la tasa de crecimiento promedio de las dos décadas: 1960-1970, que fue de -3.2%, o la de los últimos 20 años, que es la misma. Año inicial 1980.

Si se calcula que el 80% de la PEA agropecuaria pertenece a la PEA agrícola, se tiene para 1988 un total de 17,795 trabajadores y suponiendo que se trabajan 317 días al año, se dispone de 5,641,015 jornales para trabajar en el año agrícola.

CUADRO 16. MANO DE OBRA DISPONIBLE EN EL DDR 002 RIO COLORADO

AÑO	HORAS/HOMBRE/MES	HORAS/HOMBRE/AÑO
1987	3886335	46636025
1988	3760677	45128120
1989	3640174	43682093
1990	3523687	42284250

FUENTE: Se tomó como base de cálculo los datos del Cuadro 15.

En el área del Distrito, sólo en forma espontánea falta mano de obra, reflejándose en los regadores, que son las personas que mueven el agua de parcela en parcela, ya que son escasos y los patrones en ocasiones no les llaman la atención para que no se busquen otro trabajo. También el cultivo de hortalizas es que requiere más cantidad de mano de obra, pero esto se resuelve contratando núcleos familiares específicamente para cosecha (ejemplo cebollín), fuera de estas necesidades que en ocasiones se dificulta el conseguir la fuerza de trabajo, en general con la mano de obra existente la actividad agrícola se realiza normalmente.

2.1.13. Maquinaria

Tomando en cuenta los datos del V Censo Agrícola Ganadero y Ejidal de 1970, en el Vallo de Mexicali existe un promedio de un tractor por cada 45 ha, pero se observan diferencias según

la unidad productiva que se trate, pues en las unidades de producción privada mayores de 5 ha se tiene un tractor por 41.68 ha; en las unidades de producción de 5 ha o menos se encuentra un tractor por cada 12.72 ha y en las comunidades y ejidos se tiene un tractor por cada 48.09 ha, siendo éstos últimos los más bajo en existencia de tractor por superficie. También se encuentra una pizcadora por cada 462 ha, una pepenadora por 1,125.6 ha, una devanadora por cada 160.3 ha, una cortadora de forraje por cada 78.6 ha, una empacadora de forraje por cada 93.5 ha, una estivadora por cada 510 ha, una pizcadora forrajera por cada 78.28 ha, y para la cosecha de trigo y cebada se tiene una por cada 267.8 ha.

De los implementos las rastras son las que más existen, teniendo una rastra por cada 2.68 tractores; cultivadoras, una por cada 5.15 tractores; surcadoras, una por cada 7.18 tractores.

Con estos indicadores de mecanización, las U.P.P. menores de 5 ha tienen un mayor número de maquinaria por unidad de superficie; siguiendo las U.P.P. y finalmente los ejidos y comunidades agrarias que tienen menor maquinaria por hectárea aunque se reporta el 100% de esta área totalmente mecanizada (10).

Relacionando la superficie total empadronada, que es de 207,965 ha (33), con las existencias o inventario de maquinaria agrícola para diciembre de 1987, se estima:

Un tractor por cada 52.55 ha
Un arado por cada 3.05 tractores
Una rastra por cada 1.82 tractores
Un surcador por cada 5.11 tractores
Una canalera por cada 6.75 tractores
Una desvaradora por cada 5.58 tractores
Un bordeador por cada 3.11 tractores
Una cultivadora por cada 3.6 tractores

Las relaciones anteriores se calcularon con base en la superficie empadronada y el inventario de maquinaria que se ilustra en el Cuadro A18.

En relación a las trilladoras, la SARH reporta para mayo de 1988 que se iniciaron las trillas o cosechas del ciclo otoño-invierno 1987-1988 sólo con maquinaria local para evitar que maquinaria de otros estados pueda diseminar la enfermedad "carbón parcial", pues a la zona del Distrito de Desarrollo Rural 002 Río Colorado se le considera libre de este patógeno (32).

La cantidad de maquinaria existente es suficiente para la superficie con derecho a riego, el problema es que no se preparan los suelos a tiempo debido a la falta de recursos económicos del productor que trabajó con créditos, pues éste no es tan ágil como se requiere, provocando con ello que se necesite en un mismo tiempo maquinaria, y algunos maquileros aprovechan la situación para aumentar las tarifas oficiales,

esto genera que se den permisos de siembra tardíos y también traslocan o desequilibran la programación de los pedidos de agua. En muchos casos como el agua se solicita desde una semana antes, el líquido se pierde al no estar preparados los terrenos.

2.1.14. Manejo del agua

Según el tratado internacional de límites y aguas de 1944 firmado por México y Estados Unidos, nuestro país recibe anualmente 1,850.234 millones de metros cúbicos de agua por el Río Colorado en años normales y hasta 2,096.931 millones de metros cúbicos cuando existan avenidas extraordinarias en la cuenca alta del río; estas aguas son recibidas por dos puntos de la línea internaciones, la cual se recibe parte por el lindero norte (Presa Morelos) un volumen de 1,677.334 millones de metros cúbicos y la otra parte 172.9 millones de metros cúbicos por el lindero sur (Canal Sánchez Mejorada) (30).

Para la operación general del Distrito, éste está dividido en unidades y las mismas en secciones de riego. En el Cuadro 17 se observa la superficie dominada por cada unidad.

Dentro de estas unidades su encuentran las secciones de riego y pueden estar regadas por el sistema de gravedad o de pozos profundos. La superficie regada por el sistema de pozos en promedio para siete años agrícolas es de 66,624 ha, como se observa en el Cuadro 18. El sistema de pozos está formado por

pozos federales y particulares, la superficie regada por cada tipo es diferente; en pozos federales se riega en promedio para 13 años una superficie de 46,211 ha y en pozos particulares se riegan 21,026 ha (Cuadro 19), y el resto de un total de 207,121 ha son regadas por gravedad. El volumen extraído de pozos promedio de 7 años es de 916.045 millones de metros cúbicos, y sumando un volumen de 1,850.234 millones de metros cúbicos de gravedad, se dispone de 2766.279 millones de metros cúbicos en años normales, pero cuando se ha extraído más agua de los pozos se ha dispuesto hasta 2,950,234 millones de metros cúbicos para riego en el Distrito.

CUADRO 17. UNIDADES DE RIEGO Y SU EXTENSION OCUPADA

UNIDAD	EXTENSION (Ha)
I	42-159-99
II	32-657-38
III Sup	27-344-74
III Inf	11-668-00
IV	29-654-00
V	31-210-45
VI	32-426-80

FUENTE: García, M.M. 1986. Generalidades sobre la producción agrícola en el Valle de Río Colorado. UACH. Chapingo, México.

CUADRO 18. SUPERFICIE REGADA EN EL SISTEMA DE POZOS

AÑO AGRICOLA	No DE POZOS	SUPERFICIE ha	VOLUMEN USADO mill. m3
1981	669	62571	887.043
1982	669	67025	878.257
1983	669	68125	949.447
1984	669	66766	944.538
1985	669	66896	949.843
1986	669	66936	880.542
1987	669	68054	922.645

NOTA: El número de pozos en operación corresponde a un valor promedio obtenidos en los últimos siete años.

FUENTE: Oficina de Estadística Agrícola de la Subjefatura de Operación y Desarrollo del DDR 002.

CUADRO 19. SUPERFICIE REGADA POR POZOS FEDERALES Y PARTICULARES EN EL DDR 002

AÑO AGRICOLA	POZOS FEDERALES	POZOS PARTICULARES	TOTALES (Ha)
1969-70	45509		
1971-72	47198	24398	71596
1973-74	47042	24845	71887
1974-75	46079	24281	70360
1975-76	48227	25375	73602
1976-77	45742	22107	67849
1977-78	45394	21838	67232
1979-80	44608	24046	68654
1980-81	44788	8441	53229
1981-82	46691	20437	67128
1982-83	46642	21370	68012
1983-84	46080	14687	60767
1984-85	45859	21041	66900
1985-86	46398	20472	66870

FUENTE: S.A.R.H. (1988) Programa de Modernización de Areas de Riego, Valles de Mexicali, B.C. y San Luis Río Colorado, Son. México.

Como el servicio de riego al usuario, obedece a una distribución por demanda libre, que se ajusta a las disponibilidades del Distrito en función del gasto diario que se solicita de acuerdo al tratado por medio de la comisión internacional de límites y aguas, para cumplir con un

programa de riego calculado para un periodo comprendido entre los 6 y 12 días subsecuentes a la solicitud, el programa de riego se inicia con las solicitudes de los usuarios, éstas las recibe el jefe de sección o canalero, quien después de analizarlas, fija un gasto para cada usuario, mismo que se surtirá con el volumen existente o lo solicita como complemento. El canalero establece la secuencia de servicios de forma tal que se tenga el mínimo recorrido y pueda abastecer las nuevas solicitudes en un término no mayor de 72 horas.

El concentrado de estas solicitudes más las pérdidas calculadas, forman los gastos que se entregarán en los puntos de control de la sección de riegos y el total de las secciones de riego establece la demanda a nivel de jefatura de zona, la suma de las zonas determina las demandas del área de riego y la recopilación de estas últimas genera las necesidades de servicios de riego en el Distrito, considerando en cada etapa las pérdidas respectivas (33).

La solicitud para agua de gravedad se realiza los martes de cada semana para cubrir las necesidades o demandas que se presentan de lunes a domingo de la siguiente semana.

La extracción y entrega a los usuarios que riegan mediante la operación de los pozos profundos, se efectúa de acuerdo a la programación en forma directa a las superficies comprometidas y dominadas por cada pozo, previéndose para casos necesarios las obras de liga que permitan el auxilio de otros pozos o bien aguas de gravedad

bien con aguas de gravedad (33).

2.1.15. Explotación del acuífero

El programa de construcción de pozos se inició en 1956, donde la antigua Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) trató de que se conservara una distancia de un kilómetro de espaciamiento entre pozo y pozo.

Para 1967 la S.R.H. inició un estudio geohidrológico del Distrito, el cual sirvió para recopilar y procesar información piezométrica, hidroquímica, hidrométrica, etc., y también para construir 51 pozos de bombeo y observación. Las profundidades de estos pozos oscilaron entre 150 y 800 metros. Con el procesamiento de la información obtenida se realizó balance formal de agua subterránea, habiendo llegado a las siguientes conclusiones:

- La recarga media anual a los acuíferos del Valle de Mexicali es de unos 700 millones de metros cúbicos y se originan tanto de flujo subterráneo como por alimentación vertical.

- La recarga media anual por flujo subterráneo es de unos 200 millones de metros cúbicos y la recarga vertical es de 500 millones de metros cúbicos provenientes principalmente de las pérdidas en la red de canales de la infiltración de agua de riego y flujo vertical ascendente desde acuíferos mas profundos (figura A1).

- Por lo que corresponde a la mesa arenosa de San Luis, a lo largo de la frontera Sonora-Arizona entra un volumen anual de unos 100 millones de metros cúbicos.

Se recurrió al auxilio de 2 modelos matemáticos, con lo cual se llegó a la siguiente recomendación:

- Explotar 700 millones de metros cúbicos en la zona antigua de bombeo, mas 100 millones que vienen de la mesa arenosa de Yuma más 100 millones de almacenamiento de la mesa arenosa de San Luis, sumando un total de 900 millones de metros cúbicos.

El estudio de 1967 cuyos resultados se conocieron en 1970 fueron una de las bases para programar la rehabilitación del distrito, la cual comprendía sustituir los grandes canales de conducción y redes de canales de distribución, por canales nuevos revestidos de concreto, estructuras de control, nivelación de suelos, lavado de suelos, etc.

Al concluirse en 1976 los trabajos de rehabilitación, se pudo notar que se había disminuído el nivel estático en la zona de pozos, lo cual era consecuencia de que los canales antiguos que pasaban por la zona de pozos con grandes pérdidas por conducción (infiltración) que alimentaba al acuífero, desaparecían al ser estos revestidos.

Otra de las causas en el abatimiento del nivel estático, fue haber continuado con la extracción de 1100 millonas de metros cúbicos como promedio anual, en lugar de los 900 millones de

metros cúbicos por año que en suma recomendaba el estudio geohidrológico.

La explotación de las aguas subterráneas en el Distrito, muestra 3 etapas:

La primera, que comprende de 1957 a 1967, se observa en las áreas drenadas un abatimiento máximo de -5 m y un mínimo de -1 m.

La segunda, entre 1967 y 1979, se encuentran valores máximos de -12 m y mínimos de -2 m, con abatimientos promedio de 35 a 50 cm.

La tercera etapa de 1979 a 1987, se caracteriza por la recuperación de las áreas drenadas como consecuencia de las aportaciones del subsuelo, originadas por los escurrimientos extraordinarios que están ocurriendo a partir de 1979 en el Río Colorado (excedentes).

En esta etapa, comparando la evolución del nivel estático promedio de mayo de 1979 contra el de 1987, se ha visto que ocurrió una recuperación de 4.41 m, que equivale a unos 1,235 millones de metros cúbicos. (figura A2).

2.1.15.1 Infiltraciones de esa época

Indudablemente el abatimiento del nivel estático está relacionada con la sobreexplotación que se hace del recurso, ya una conclusión del estudio geohidrológico, marcaba que en

la antigua zona de pozos, se explotaran 700 millones de metros cúbicos, sin embargo se bombean 900 millones de metros cúbicos por año como promedio anual (18).

2.1.15.2 La Recarga del Acuífero

En mayo de 1979 se inició el escurrimiento de volúmenes excedentarios por el Río Colorado, lo cual motivó a la SARH a tomar acciones para aprovechar esos excedentes. Una de las acciones fue descargar agua excedente en canales abandonados dentro de la zona de pozos, para provocar la infiltración y regenerar los acuíferos, por otro lado se dejó de operar pozos en los cuales era factible sustituir con agua de gravedad el servicio de riego.

De 1979 a febrero de 1987 se logró infiltrar al subsuelo 1235 millones de metros cúbicos que han servido para recuperar el acuífero tanto en la zona antigua como en la mesa arenosa (18). (cuadros A19 y A20).

Como consecuencia de los excedentes, al inundar los canales antiguos no revestidos y dejar de bombear en pozos donde se podía regar por gravedad, se aumentó el volumen acumulado infiltrando a la zona de saturación del acuífero, elevando como consecuencia el nivel estático promedio, Fig A2; y al comparar el nivel estático promedio de 1957 a 1987 la diferencia es de 1.05 m, o sea que la sobreexplotación hasta antes de la época de excedentes se ha compensado con los mismos. Esto indica que solamente una época de 9 años mínimo

de excedente puede recuperar otra de 20 años de sobreexplotación. En la Fig A3, se distingue como por el efecto de excedentes se recupera el nivel estático pero implicó que algunos años se dejaron de bombear directamente hasta 500 millones de metros cúbicos.

El estudio geohidrológico recomendaba una extracción media anual de 700 millones de metros cúbicos de agua del acuífero, y por efecto del acta No.242 firmada conjuntamente con los Estados Unidos, México tiene derecho a extraer del subsuelo de la mesa arenosa de San Luis Río Colorado un volumen anual de 197.3 millones de metros cúbicos, con lo cual el volumen disponible de agua subterránea asciende a 897.3 millones. No obstante hasta antes de que se presentaran los excedentes en el Río Colorado (año agrícola 1977-1978) se realizaba una extracción superior a los 1000 millones de metros cúbicos y ya con la presencia de excedentes se redujo a 930 millones. (33).

Hasta 1988 se sigue realizando extracciones superiores a los 897.3 millones anuales recomendados, pues en la reunión del Comité Directivo con fecha 12 de agosto de 1988 se estimó un gasto de 911.351 millones de metros cúbicos lo cual indica que principalmente se sigue explotando el acuífero en la forma no recomendada, lo que puede acarrear serios problemas a futuro, como un paulatino incremento en la profundidad de bombeo y el deterioro constante de la calidad del agua. (31).

2.1.16. Calidad del agua

Para 1985 ya se reportaba que las aguas recibidas por la presa Morelos tenían una salinidad que fluctuaba entre las 700 y 1200 ppm de sólidos disueltos, sin embargo no rebasaban las condiciones establecidas en el acta 242 de la Comisión Internacional de Límites y Aguas.

Las aguas recibidas por el canal Sánchez Mejorada tenían una salinidad que variaba de 1000 y 1700 ppm en promedio, el contenido de sodio para éstas últimas fluctuaba de 50 a 60% y su RAS es superior a las recibidas en la presa (30).

En la otra fuente de agua, el acuífero, la calidad es variable. Se indica que de manera global la mitad de los pozos tienen una salinidad antes 1400 y 2200 ppm, otra gran parte menos de 1400 ppm y una mínima parte entre 2200 y 3100 ppm.

De acuerdo con los índices establecidos por el laboratorio de salinidad de los Estados Unidos, las aguas utilizadas en el Distrito están clasificadas como de alta salinidad, regionalmente se ha establecido que se puedan usar aguas hasta de 1300 ppm de sólidos disueltos totales, sin embargo se aprecia que este límite es rebasado en gran proporción por las aguas principalmente las extraídas del acuífero (30).

2.1.17. Cuotas de riego

Muy a menudo se maneja que las cuotas por servicio de riego en los distintos distritos está muy subsidiada, por lo cual el costo de la tarifa debería elevarse; por ejemplo, la SARH anunció en Ciudad Victoria Tamaulipas un aumento a las tarifas de uso del agua de los distritos de riego de la zona centro y sur, tendientes a llevarlos a niveles que permitan la rehabilitación, conservación y mantenimiento de los mismos, se detalló que las cuotas de \$ 350.00 anuales que se pagan por hectárea son irrisorios, por lo que hay una propuesta de \$71,000.00, misma que puedan cubrir los usuarios de bajos ingresos y contribuir así en las tareas de rehabilitación (20).

En las áreas de riego de los valles de Mexicali, B.C. y San Luis R.C., Son., las cuotas por servicio de riego han venido aumentando en términos relativos desde el año agrícola 1982-83 hasta el año agrícola 1986-87, (Cuadro 20), y en los últimos dos años no ha variado. (Cuadro 21 y 22).

La base para el cálculo de la cuota es: \$ 90.00 por litro por segundo por 24 horas de bombeo y en el caso de pozos particulares, la cuota fue de \$ 1,650.00/ha por uso del subsuelo (33).

Para el año agrícola 1986-87, la cuota del servicio por gravedad y pozos federales en algunos cultivos fue: trigo \$ 9,167.00, alfalfa \$ 19,792.00, algodón \$ 13,542.00, Rye

grass \$9,271.00, espárrago \$ 20,313 y hortalizas \$ 9,062.00. Las diferencias entre cultivos corresponden a las necesidades diferentes que requieren los cultivos.

En los Cuadros 21 y 22 se señala que en DR-004 o sea el Distrito de Desarrollo Rural 002 Río Colorado, la cuota no cambia, mientras que en otros distritos si varía de un año a otro. La cuota en el Distrito de Desarrollo Rural-002 es \$90.00/lt/seg/24 hrs, lo que equivale a, $60 \times 60 \times 24 = 84600$ lt, = \$ 90.00; indicando que 84.600 metros cúbicos cuestan \$ 90.00, el metro cúbico tiene un valor de \$ 1.041 y el millar de metros cúbicos le cuesta al productor \$ 1,041.00; esta cuota es menor que la pagada en otros distritos tanto en 1986 como en 1989, (Cuadros 21 y 22) lo que indica que el subsidio en este rubro se mantiene favoreciendo al Distrito 002 Río Colorado.

2.1.18. Costo de agua

En el Distrito de Desarrollo Rural 002 se detecta claramente que uno de los recursos limitantes para incrementar el área cultivada es el hídrico, pues se está sujeto al volumen entregado por gravedad a través del Río Colorado por convenio internacional y por otro lado al volumen extraído del acuífero. Aún así el costo del agua para el agricultor es menor respecto a otros distritos del país, y cuando se compara con el Valle Imperial (EEUU), se observa que el porcentaje del costo del agua sobre costos de producción en

general son menores en el Valle de Mexicali que en el Valle Imperial de California. (Cuadros A-40 y A-41) donde cultivos como el trigo, el algodón, la alfalfa, el Rye grass, el maíz y las hortalizas, tienen porcentajes mayores, y solo en casos como el cebollín y el espárrago, tienen un costo relativo más alto en Mexicali que en el Valle Imperial.

CUADRO 20. CUOTAS POR SERVICIO DE RIEGO POR Ha EN LOS ULTIMOS 6 AÑOS (PARA RIEGO POR GRAVEDAD Y POZOS FEDERALES)

CULTIVO	1981-82 \$	1982-83 \$	1983-84 \$	1984-85 \$	1985-86 \$	1986-87 \$
Trigo	315	315	474	2037	2037	9167
Cártamo	298	298	447	1921	1921	8646
Cebada	251	251	377	1620	1620	7292
Rye-grass	319	319	479	1060	1060	9271
Varios O-I	323	323	484	2083	2083	9375
Alfalfa	682	682	1023	4398	4398	19792
Espárrago	700	700	1049	4514	4514	20313
Vid	664	664	996	4282	4282	19271
Frutales	574	574	861	3703	3703	16667
Algodonero	466	466	700	3009	3009	13542
Sorgo grano	319	319	479	2060	2060	9271
Sorgo forrajero	323	323	484	2083	2083	9345
Maíz	273	273	409	1759	1759	7917
Ajonjolí	258	258	388	1667	1667	7500
Soya	269	269	404	1736	1736	7813
Varios P-V	312	312	468	2014	2014	9062

FUENTE: Oficina de Estadística Agrícola de la Subjefatura de Operación y Desarrollo del Distrito de Desarrollo Rural 002.

CUADRO 21. CUOTAS DE RIEGO PARA EL AÑO 1988, EN DIFERENTES
DISTRITOS DE RIEGO

DR	SISTEMA	\$/MILLAR M3	\$/Ha/CICLO	\$/Ha/ANUAL
014	G Y B	104	7271-20313	
014	BP			1650
066	B	360		
063 *	G		15000	
063 *	B		20000	
041	G	4400		
038	G	5000		
038	B	15000		
017 **	G Y B	3343		
010 *	G		17000	
074	G		18900	
076	G	690		

FUENTE: SARH 1983-1988. Dirección de Normas para la Operación de Obras de Infraestructura y Areas de Cultivo, Catálogo de Cuotas por Servicio de Riego (27).

* Cultivos Grupo III. Algodón, Cebolla, Chile, Tomate vara, Pepino, Sandía, Melón, Berenjena.

** DDR 048 Durango-Coahuila

G=Gravedad B=Bombeo BP=Bombeo particulares

CUADRO 22. CUOTAS DE RIEGO PARA EL AÑO 1989, EN DIFERENTES
DISTRITOS DE RIEGO

DR	SISTEMA	\$/MILLAR M3	\$/Ha/CICLO	\$/Ha/ANUAL
014	G y B	1041	7271-20313	
014	BP			1650
066	B	360		
063 *	B		15000	
041	G	4400		
038 ***	G	7500		
038 ****	G	2500		
017 **	G y B		35000	
010 *	G		29575-42250	
074	G		35000	
076 *	G	4000		

FUENTE: SARH 1983-1988. Dirección de Normas para la Operación de Obras de Infraestructura y Areas de Cultivo, Catálogo de Cuotas por Servicio de Riego (27)

* Cultivos tabla III.

** DDR 048 Durango-Coahuila

*** Secciones no entregadas a los usuarios

**** Secciones entregadas a los usuarios

2.1.19. Eficiencias del uso del agua

Un criterio o característica principal para juzgar la calidad de operación del riego, es la eficiencia en el uso del agua. El empleo de este criterio único como normativo, tiene la ventaja de que se puede medir cualquier aspecto físico o socioeconómico, con un mismo patrón, y al mismo tiempo, proporciona la posibilidad de hacer una predicción sencilla de los efectos combinados de estos aspectos, cuando se consideran para fines de planeación, según la Comisión internacional de riego y drenaje (ICID), las definiciones dependen de la fase que se trate.

Para definir eficiencias al sistema de distribución del agua se puede dividir en las siguientes fases sucesivas:

- Conducción de canales principales, laterales y sublaterales hasta la toma granja.
- Conducción y distribución sobre la parcela a partir de la toma particular de la misma.

La eficiencia en la primer fase se define como eficiencia de conducción del agua o eficiencia en la red de distribución E_c , y se puede expresar por medio de la ecuación:

$$E_c = V_f / V_t$$

En la que, V_f es el volumen de agua entregado a toda la finca o a los grupos de fincas con una toma común, y V_t es la cantidad de agua total derivada para el área regable. La eficiencia en la segunda fase se define como eficiencia en la regadera de la finca E_b y se puede expresar como:

$$E_b = V_a / V_f$$

En la que V_a es el volumen de agua aplicado en el campo sobre el área cubierta por el cultivo, y V_f es el volumen de agua entregado a toda la finca o a un grupo de fincas con una toma común.

La eficiencia de la tercera fase se define como eficiencia de aplicación en el campo, E_a , y se expresa como sigue:

$$E_a = V_n / V_a$$

En la que V_n es el déficit de la precipitación pluvial, es decir, la diferencia entre el uso consuntivo y la lluvia efectiva caída sobre el área cultivada, y V_a es el volumen de agua aplicado en el campo, sobre el área cubierta por el cultivo.

La eficiencia en la parcela (E_f) es la relación entre el volumen situado entre la zona radical (déficit de lluvia) y el volumen total puesto a disposición del regante:

$$E_f = V_n / V_f = (E_a)(E_b)$$

La eficiencia de distribución, E_d , que es la relación entre el volumen aplicado a las parcelas y el volumen total suministrado al área de riego,

$$E_d = V_a / V_t = (E_b)(E_c)$$

La eficiencia general (o del distrito de riego), E_p , que es la relación entre el volumen de agua puesto a disposición de las plantas en la zona radicular y el volumen total suministrado al área de riego, se expresa como:

$$E_p = V_n / V_t = (E_a)(E_b)(E_c)$$

La eficiencia general, representa la eficiencia de toda la operación, entre la derivación o fuente de abastecimiento y la zona radicular. Considerando la diferencia complementaria a 100 por ciento, se puede evaluar el porcentaje que representan las pérdidas totales (26).

También la eficiencia del uso del agua se puede analizar de

diferentes niveles, y algunas definiciones propuestas relacionadas con la eficiencia del riego son:

EFICIENCIA DE CONDUCCION DEL AGUA O EFICIENCIA EN CANALES

RELACION: CANTIDAD DE AGUA ENTREGADA

Cantidad de agua aportada en un canal u otra estructura de conducción.

EFICIENCIA DE LA APLICACION DEL AGUA

RELACION: Volumen de agua que almacena el regador en la zona radicular del suelo y que después se consume (se transpira, se evapora o ambas cosas).

Volumen de agua entregado a la finca

EFICIENCIA DE LA APLICACION DEL AGUA EN LA PARCELA

Cantidad de agua almacenada en la zona radicular del suelo de una parcela.

RELACION: Cantidad de agua entregada a la parcela

EFICIENCIA DEL RIEGO
Cantidad de agua de riego consumida por los cultivos.

Cantidad de agua derivada de la fuente de abastecimiento (25).

La eficiencia de riego, es la relación entre la lámina de agua estrictamente precisa para lograr el mejor producto neto de las cosechas en un medio determinado y la derivada con ese fin, de la fuente de abastecimiento, de manera de que no se

altere la fertilidad del terreno (17).

Expresado algebraicamente, es:

$$E = Lu / Ld$$

Donde E, es la eficiencia total, Lu, la lámina de agua estrictamente precisa para lograr el mejor rendimiento sin daño para la fertilidad y Ld, la lámina derivada de la fuente de abastecimiento (17).

La lámina estrictamente indispensable para obtener el producto neto de la cosecha es el requerimiento de riego óptimo económico al cual lo han definido como:

$$Lu = (Eto - Pe) K$$

Donde, Eto, Evapotranspiración óptima económica, o sea la mínima cantidad de agua evaporatranspirada por un cultivo para obtener el máximo rendimiento económico.

Pe , precipitación efectiva, que es la cantidad de agua de lluvia que es utilizada por el cultivo en el proceso de evapotranspiración.

K , Factor de manejo, este factor es mayor que la unidad y puede deberse a un cierto requerimiento de lavado de suelo, riegos para control de plagas, control de hierbas, riegos de inundación como el caso del arroz, u otros riegos diferentes al uso de evapotranspiración.

Cuando hay aportaciones del manto freático se deben hacer

otras correcciones, quedando la fórmula:

$$Lu = (Eto - Pe - Af)k$$

Donde Af es la lámina aportada por el manto freático al proceso de evapotranspiración de los cultivos.

Debido a la dificultad de obtener los datos Eto, K, que sólo pueden conocerse por medios experimentales, ya que en algunos lugares la componente mas importante de Lu es Eto, la estimación de la eficiencia del uso del agua es difícil debido a la cantidad de datos que se desconocen.

Para estimar la eficiencia en el uso del agua en los distritos de riego, Palacios, 1975, pone a consideración la siguiente fórmula simplificada:

$$E = Lu / Lb = (Eto' - Pe) / Lb$$

Donde: Eto', es la evapotranspiración mínima estimada por el método de Blaney y Criddle en las zonas áridas y semiáridas costeras, Pe es la precipitación estimada por el método de Blaney, y Lb es la lámina bruta total.

Debido a que en muchos distritos de riego se proporciona mucho menos agua que la necesaria para obtener la cosecha óptima de los cultivos, la evapotranspiración real es también mucho menor que la mínima, presentándose el absurdo de eficiencias totales muy altas incluso superiores a la unidad (17).

En el Cuadro (23) se muestran las eficiencias totales, de

conducción y de aplicación o de los usuarios, obtenida como el cociente de la eficiencia total entre la de conducción en varios importantes distritos del país ya que:

$$E = E \text{ conducción} \times E \text{ aplicación}$$

La utilidad de esta estimación es relativa y solo puede servir para tener una idea del orden de magnitud de las eficiencias con fines de comparar distrito con distrito (17).

CUADRO 23. EFICIENCIAS TOTALES DE CONDUCCION Y APLICACION EN ALGUNOS DISTRITOS DE RIEGO EN MEXICO

DISTRITO	Ec	Et	Ea
Río Colorado	.464	.430	.930
Río Yaquí	.681	.440	.650
Río Mayo	.643	.540	.850
Río Fuerte	.573	.350	.610
Río Culiacán	.547	.370	.680
Río Humaya	.657	.580	.880
Río Tula	.497	.250	.500
Don Martín	.411	.420	1.020
Delicias	.524	.264	.500
Río Lerma	.676	.340	.500
La Laguna	.453	.330	.730
Tehuantepec	.412	.364	.880
Morelia	.417	.260	.630
Valsequillo	.424	.320	.750

FUENTE: Palacios Velez E. 1975. Productividad, Ingreso y Eficiencia en el Uso del Agua en los Distritos de Riego de México. C.P. Chapingo, México.

Según estudios sobre eficiencias en el uso del agua de riego, se señala que la eficiencia total aparente en el uso del agua posiblemente sea del orden de 35 a 40% a nivel nacional, observándose valores superiores en el noroeste del país, por lo cual se deduce que no se riega toda la superficie que se podría beneficiar con el volumen captado, debido al uso

deficiente, sobre todo en la parte centro y sur del país.
(17).

Otras instituciones y funcionarios indican que la eficiencia total nacional actual está alrededor del 50% (20).

Para lograr una alta eficiencia deben disminuirse hasta donde sea posible las pérdidas de conducción, y se expresa:

$E = 1 - p$. Lo anterior significa; a menor valor de pérdidas, mayor eficiencia.

Las pérdidas tienen diferentes causas, entre las principales se encuentran:

- a) Pérdidas por evaporación
- b) Pérdidas por infiltración
- c) Pérdidas por fugas (en estructuras)
- d) Pérdidas por manejo del agua durante la operación

El último tipo de pérdidas se debe fundamentalmente a una falta de programación de los riegos; por desconocimiento de las eficiencias es común que al solicitar los caudales a extraerse, se solicita más agua de la necesaria, lo cual ocasiona desperdicios en la mayoría de las secciones de riego; por descuido, también puede romperse un canal o vertirse mucha agua por derramaderos, o, en otras ocasiones, se entregan a los usuarios en forma ilegal volúmenes no contabilizados. Estos desperdicios afectan fundamentalmente la eficiencia de aprovechamiento del agua de

riego (16).

Al evitar las pérdidas por conducción y las de riego parcelario, aumenta en si la eficiencia total; al incrementar el uso eficiente del agua en la parcela, se limitan los efectos perjudiciales al suelo y planta que ocasionan los volúmenes de agua en exceso o sobre riegos, pues los sobre riegos sin justificación pueden provocar efectos negativos entre los que se destacan:

- 1) Saturación del suelo que propicia la eliminación del aire (oxígeno) necesario para la vida de las plantas.
- 2) Elevación de los mantos freáticos que reducen el espesor del suelo útil para el desarrollo radical de los vegetales.
- 3) Afloramiento salino en la superficie del suelo causados con la elevación por capilaridad del agua con sales, cambios de pH.
- 4) Lixiviación de los nutrientes solubles del espesor útil, decreciendo la fertilidad del suelo.
- 5) Formación de medio húmedo favorable para el desarrollo de enfermedades fungosas.
- 6) El empantanamiento del suelo que dificulta la realización de labores culturales.

7) Los excedentes aplicados reducen los volúmenes del agua que pueden ser aprovechados en una área mayor de riego.

Cada uno de estos puntos resaltan la importancia de aplicar el agua necesaria, para reponer la humedad perdida por evaporación, transpiración de las plantas, por la formación de tejidos y la humedad que se necesita para mantener el suelo al nivel requerido durante las distintas etapas de las plantas. (16).

Las eficiencias de riego o del uso del agua, irremediablemente se relacionan con el uso consuntivo del agua para los cultivos pues a éstos va dirigido el recurso agua con la intención de obtener altos rendimientos.

El uso consuntivo se refiere a "la cantidad de agua consumida sin posible recuperación, para que las plantas cultivadas se desarrollen completamente y maduren su cosecha; agua empleada por las mismas para transpirarla o acumularla en sus tejidos en diversas combinaciones o soluciones, o el agua que es evaporada a la atmósfera directamente desde el suelo y que no puede conservarse o recuperarse" (9).

Para lograr la producción máxima con cada unidad de agua aplicada, debe saberse cuanto hay que aplicar, cuando se debe aplicar, donde debe aplicarse y cómo se deben diseñar y operar los sistemas de riego, por lo tanto, es necesario conocer el uso consuntivo (definido como la cantidad de agua

utilizada en un área para la transpiración, la formación de tejidos de las plantas y la evaporación desde el suelo adyacente) para planear el riego y los sistemas de drenaje, mejorar las prácticas de riego y tener una base para establecer los calendarios de riego.

Son muchos los factores que afectan el uso consuntivo: unos naturales y otros creados por el hombre; los naturales más importantes son el clima, suelos y topografía, dentro de los climáticos figuran la precipitación, la radiación solar, la temperatura, la humedad, los vientos y la duración del ciclo vegetativo.

Dentro de los creados por el hombre y que pueden controlarse se cuentan: disponibilidad de agua, calidad de agua, fecha de siembra, variedad de la especie cultivada, la fertilidad, densidad de plantas, manejo del agua, labores de cultivo, aspersiones de productos químicos.

Todos estos factores pueden influir en el desarrollo de las plantas y, por lo tanto en el uso consuntivo. Por esta razón los usos consuntivos pueden variar de una parcela a otra de ciclo a ciclo o de día a día. Sin embargo para una producción óptima, en una localidad determinada, un cultivo dado, requerirá una cantidad definida de agua durante el ciclo vegetativo (24).

2.1.20. Eficiencias del agua de riego en el Distrito

La forma como se mide la eficiencia parcelaria en el Distrito de Desarrollo Rural-002 Río Colorado, es igual a la relación del agua necesaria entre la servida, y multiplicada por cien; y la eficiencia de conducción es el cociente de lo servido entre lo extraído.

Se reportan eficiencias globales para el Distrito tanto en sistema gravedad, pozos particulares, pozos federales, primeros cultivos, segundos cultivos, se señalan eficiencias medias para todo al año agrícola y por cultivo. Por ejemplo: para el año agrícola 1987-1988 en el sistema gravedad primeros cultivos, el volumen necesario fue de 1,118,035 miles de metros cúbicos, el volumen servido fue de 1,479,802 miles de metros cúbicos y el volumen extraído recibido por el Río Colorado fue de 1,984,575 metros cúbicos, estas cifras corresponden al total para riego, así pues, $1,118,035 \text{ entre } 1,479,802 = \text{necesario entre servido} = \text{a eficiencia parcelaria global} = 75.55\%$ y la eficiencia de conducción sería lo servido entre lo recibido $= 1,479,802 \text{ entre } 1,984,575 = 74.56\%$.

También se reportan para el DDR 002 eficiencias parcelarias, de conducción y totales según el sistema de riego, como se observa en el Cuadro 24 donde sobresale que la eficiencia de conducción y parcelaria es mayor en los pozos particulares que en los pozos federales durante los últimos ciclos, así

como la eficiencia total es mayor en pozos particulares que en los sistemas de gravedad y pozos federales.

Con el mismo criterio de obtener la eficiencia de conducción o sea lo servido entre lo recibido, lo servido entre lo derivado o el volumen neto entre el volumen bruto, podemos comparar las eficiencias entre distritos de riego, diferencias que se observan en el Cuadro A 22, en donde el DR 014 o sea el DDR 002 Río Colorado con promedio aritmético de 5 años, está por encima del 80% en la eficiencia de conducción, siendo mayor que la observada en otros valles como Valle del Yaqui, La Laguna, Sistema Culiacán-Humaya, sistema San Lorenzo, Guasave, Mocorito y Valle del Fuerte; siendo superada por el Valle del Mayo y otros que son de bombeo (34).

CUADRO 24. EFICIENCIAS PARCELARIAS DE CONDUCCION Y TOTAL POR SISTEMA EN EL DDR-002

CICLOS		EFICIENCIAS %	
1980-81	PARCELARIA	CONDUCCION	TOTAL
PP	88.07	100.00	88.07
PF	102.90	92.81	95.50
G	70.89	73.84	52.37
1981-82			
PP	77.00	100.00	77.00
PF	60.88	96.15	59.54
G	68.95	73.92	50.97
1982-83			
PP		94.15	
PF		91.69	
G		76.40	
1984-85			
PP	73.15	92.26	92.23
PF	61.63	89.25	89.21
G	76.10	75.92	87.02
1985-86			
PP	65.02	92.53	60.16
PF	64.13	91.46	58.65
G	77.87	81.80	63.69
1986-87			
PP	72.55	91.05	66.06
PF	61.68	93.51	57.68
G	75.88	75.04	56.94
1987-88			
PP	78.86	93.19	73.42
PF	60.86	93.06	56.66
G	75.56	74.57	56.34

PP=Pozos particulares

PF=Pozos Federales

G=Gravedad

NOTA: Se reportan eficiencias solo de primeros cultivos

FUENTE: Resultados de plan de riegos del DDR-002 Río Colorado

2.1.21. Problemática del manejo del agua en el Distrito

A pesar de que el distrito está organizado para dar servicio a los usuarios en el sistema de gravedad y de pozos, existen diversos planteamientos donde se señala que el manejo general del recurso agua se puede mejorar, ya que en este distrito el agua no es abundante pues no alcanza para regar toda la tierra, sólo en casos de excedentes se riega más de lo normal, así un recurso limitante viene a ser el hídrico, por ello los problemas existentes en el manejo del agua manifestados en la zona vienen siendo:

- Uno de los principales es la nivelación de los terrenos.
- Problemas de conducción por canales internos muy enhierbados.
- El rol de riegos no se proyecta en cuanto al tipo de textura.
- Descuidos del productor o regador en el riego parcelario.
- Se piden permisos por menos cantidad de la superficie que se riega.
- La falta de limpieza de las regaderas dificulta la distribución.
- Se desperdicia agua al romperse los bordos (11).
- Las condiciones de salinidad general gastos extras de agua para obtener rendimientos aceptables.
- Las temperaturas altas induce gastos más altos por evaporación.
- En el sistema de gravedad que a pesar de que se tiene un

volumen anual seguro, se tiene volúmenes mínimos y máximos mensuales permisibles que necesariamente se tienen que utilizar.

- Como han existido excedentes se puede crear una conciencia que el agua sobra y que existe en suficiencia caso que no es cierto.

En el sistema de pozos la problemática es similar a la de gravedad, sólo que hay que sumarle que la extracción que se ha ejercido en ellos no ha sido la recomendable según estudios anteriores y que puede implicar seguir extrayendo más de 1,100 millones de metros cúbicos, si se quiere seguir manteniendo la superficie y sin excedentes en gravedad, se corre el riesgo de provocar un abatimiento paulatino del acuífero con sus peligrosas consecuencias que podrían ser: intrusión de aguas salinas, mayor gastos de energía o menor eficiencia electromecánica, salinización de suelos y bajo rendimiento de cultivos entre otros.

Los problemas de manejo anotados anteriormente, se refiere más que otra cosa a que el productor inconscientemente puede pensar que por pagar una cuota por derecho de riego puede regar sin controlar con más cuidado el líquido, cuando lo que paga en realidad está por debajo de lo que se cobra en otros distritos (Cuadro 22).

Esto puede inducir el problema a mediano plazo indicado en la introducción sobre la competencia de agua del campo vs. ciudades, con el compromiso de producir más alimentos debido

al incremento de la población, pero con una disponibilidad futura menor que la actual; suponiendo además que no se presentaran problemas físico-químicos en el suelo y que pueden mantener al menos las eficiencias reportadas, en la actualidad que son mayores segun datos que otros distritos, (Cuadro A22) y además se propicia que no se puede aumentar la superficie sembrada por las pérdidas de agua.

Las pérdidas de agua se dividen según el nivel; técnico, administrativo y social.

Las de nivel técnico se refieren a que el ancho y largo de melgas así como de los tendidos de surcado se realizan como más le conviene al productor, que además es justo, pero no toma en cuenta si se pierde agua o no, pues le interesa más que la maquinaria trabaje menos y más rápido y sin problemas, ya que el agua le cuesta menos. Se encuentran melgas anchas en suelos livianos y además largas, provocando pérdidas por infiltración y que corra lento el agua, además esto acarrea que se tarde más perjudicando al productor que espera el agua.

Otra causa de pérdidas es que las regaderas no se limpian a tiempo; cuando tienen el riego encima solo chapean o limpian los bordes superiores pero el espacio interno no se limpia, por lo cual el agua corre menos teniendo que llenarse más la canaleta o regadera para avanzar y no "flotar".

En el nivel administrativo se incluye la situación de los

canaleros, personal técnico perteneciente a la SARH cuyo trabajo es repartir el agua a las diferentes parcelas, cuidar que los pozos trabajen bien y llevar el rol de riego de la sección que le corresponda. Este personal por tener un salario bajo sólo hacen un recorrido por las mañanas temprano vigilando y poniéndose de acuerdo con los usuarios a que horas les toca tomar el agua según tandeo programado, por las tardes ya no se vigila como se está regando y por las noches menos. Los canaleros señalan que el salario no ajusta para andar haciendo recorridos todo el día, y que se tiene la necesidad de hacer otras cosas. Este servicio del personal técnico "canaleros" también incluye presionar a los productores para que limpien sus regaderas y que los frentes de agua en el riego sean cortos o angostos para que se avance, pero se enfrentan a que los regadores en las mañanas si tienen frentes chicos y todo el riego lo tienen en una parcela; pero como se indica; cuando ellos se van, los regadores abren frentes en 2 ó 3 melgas si es posible para que les dé tiempo de revisar el riego en otra parcela; haciendo el riego lento con sus pérdidas correspondientes.

Otra situación señalada es que cuando riega el productor este lo hace bien mientras el canalero revisa, pero cuando ya paso, puede abrir su riego en 2 ó 3 melgas de su parcela para que le dé tiempo de realizar otros trabajos, y como el productor paga al regador por turnos de 24 horas, sólo le paga las horas del día; ya que en la noche se deja el agua

libre previa abertura de un frente amplio y el regador regresa al día siguiente para seguir con el riego y el productor se ahorra de 8-10 horas que no paga.

En el aspecto social se puede señalar que el productor tiene establecido en su conciencia que si paga una cuota por el derecho de riego, el debe recibir una cantidad de agua por la que pagó, el problema radica en que paga más agua de la que necesita el cultivo perdiéndose el líquido, se paga menos que en otros distritos; y se puede crear un habito de: pago, la puedo tirar, pensando que el recurso sobra, aspecto que no es cierto.

La serie de problemas se ven reflejados en que el agua a pesar de que la entrega se hace por volumen y tiempo, el cobro no es exacto, ya que no se cuenta con estructuras que midan con exactitud el volumen entregado al usuario. Las mediciones se hacen con una serie de cálculos, reglas impresas en un boletín, tanto boca del tubo del pozo (gasto) por tanto tiempo igual a un volumen de tal. Se confía mucho en al experiencia de los canaleros, aspecto poco rebatible pero que puede tener sus fallas indiscutiblemente por los mismos aspectos señalados con anterioridad.

Se refleja en última instancia un manejo diferente del agua según sistema que se trate, ya que las eficiencias de conducción y parcelarias son diferentes. En las figuras 2 y 3, se observa que las eficiencias de conducción son mayores

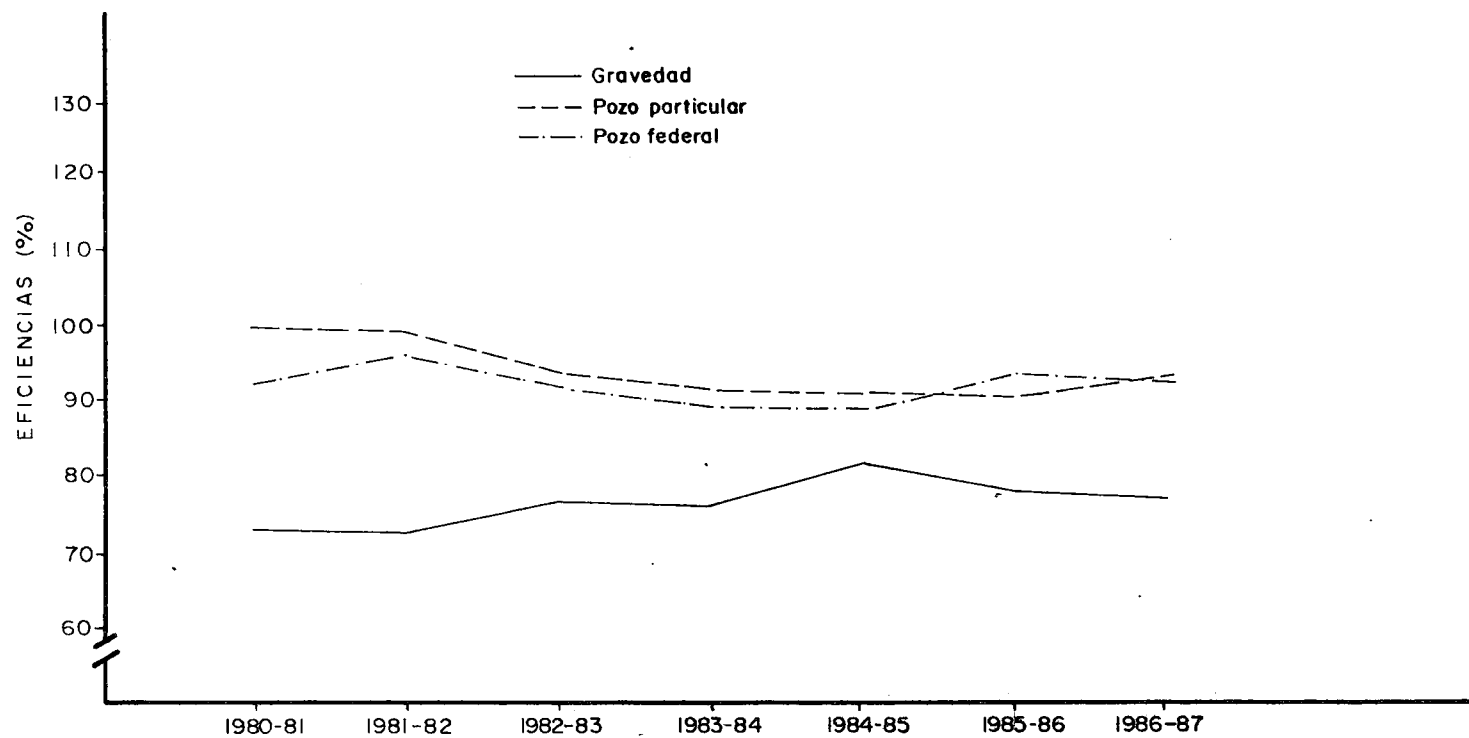


FIG. 2 . EFICIENCIAS DE CONDUCCION EN LOS SISTEMAS DE GRAVEDAD, POZOS PARTICULARES Y POZOS FEDERALES

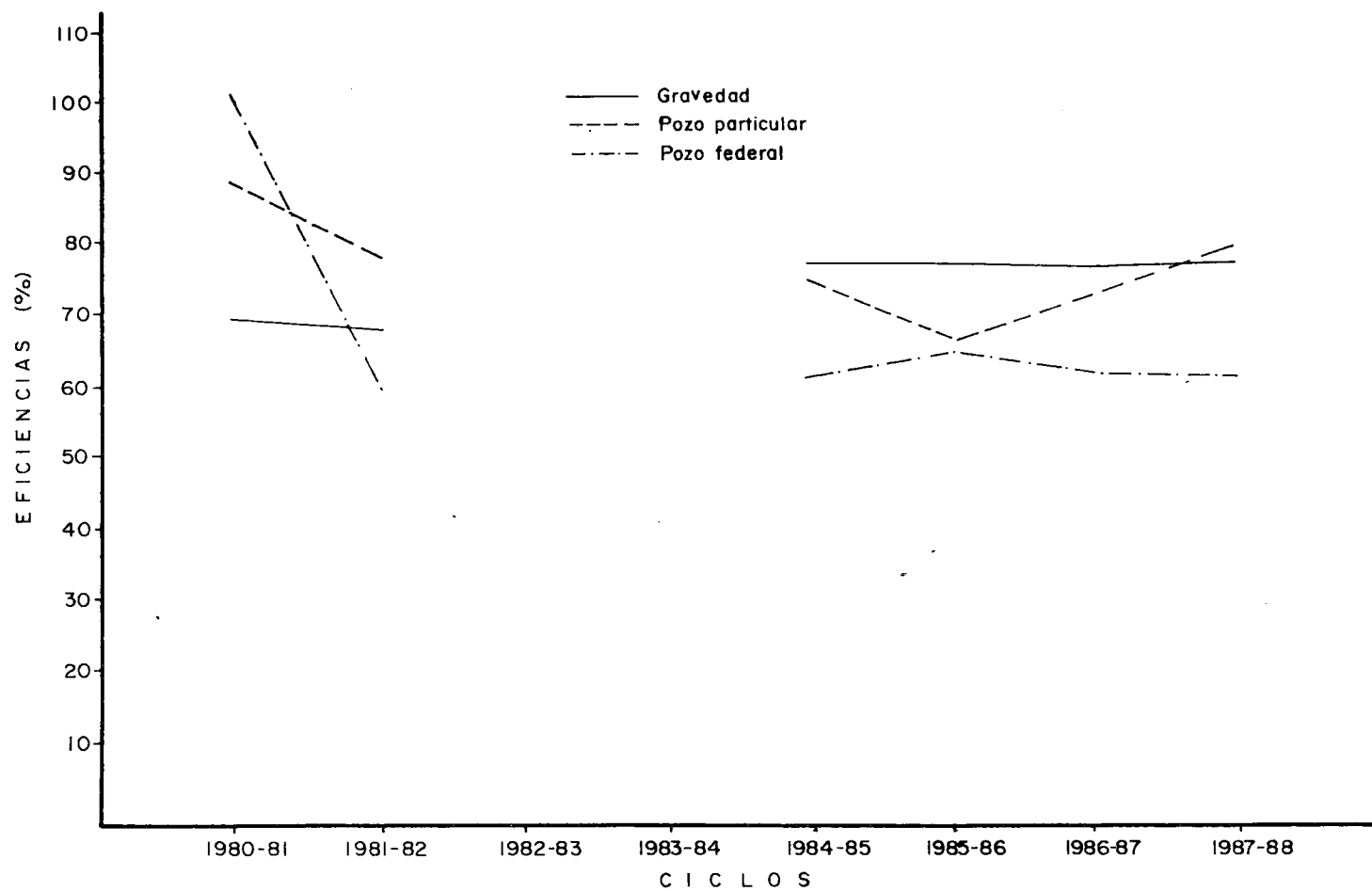


FIG. 3 . EFICIENCIAS PARCELARIAS EN SISTEMAS DE GRAVEDAD, POZOS PARTICULARES Y FEDERALES.

en el sistema de bombeo que en el de gravedad y las eficiencias parcelarias son más altas en sistemas de gravedad.

Al comparar las eficiencias por tipo de pozo en bombeo, se observa en el Cuadro 26 que las eficiencias parcelarias en pozos federales son menores que en pozos particulares.

En la zona de pozos federales para el año agrícola 1987-88, se tuvieron pérdidas del orden de 285.728 millones de metros cúbicos cuando se hace la diferencia entre el volumen extraído con el volumen necesario, mientras que en la zona de pozos particulares se perdieron por la misma diferencia 61.451 millones de metros cúbicos.

CUADRO 25. CANTIDAD DE AGUA PERDIDA EN LA ZONA DE BOMBEO EN EL AÑO 1987-1988.

AGUA EN MILLONES DE METROS CUBICOS					
TIPO DE POZO	EXTRAIDA	SERVIDA	NECESARIA	E-S	S-N
FEDERAL	659.375	613.673	373.647		45.702
240.026					
PARTICULAR	230.206	214.535	168.755		15.671
45.780					

FUENTE: Resultados del plan de riegos del DDR 002 Río Colorado

Esta cifra es menor porque se riega en esta área la mitad de la superficie regable en pozos federales y porque cambia la estructura del patrón de cultivos; pero lo que si es claro es que en los mismos cultivos y en el mismo ciclo se pierde más agua en zona de pozos federales que en pozos

particulares. (Cuadros 25 y 26).

CUADRO 26. EFICIENCIAS PARCELARIAS EN ZONA DE BOMBEO SOBRE POZOS FEDERALES Y PARTICULARES, DURANTE TRES AÑOS, EN TODOS LOS PRIMEROS CULTIVOS.

CULTIVOS	1985-1986		1986-1987		1987-1988	
	F	P	F	P	F	P
Alfalfa	83.95	55.95	80.41	85.29	72.66	82.03
Espárrago	47.75	60.17	60.03	83.50	88.18	96.11
Vid	44.55	79.46	54.25	83.01	49.99	114.82
Frutales	61.61	71.13	53.12	89.19	69.16	167.14
Algodón	66.33	79.09	64.60	79.45	61.49	80.71
Rye grass	54.00	93.44	87.52	74.73	78.75	75.51
Sorgo F.1	88.40	89.34	92.31	177.27	50.47	90.78
Sorgo F.2	91.49		70.27	125.18	84.56	32.20
Cártamo	95.02	99.73	94.33	107.19	100.64	105.33
Sorgo G.1	48.45	44.97	59.31	79.52	65.04	67.43
Sorgo G.2	63.22	62.57	64.27	64.82	58.06	61.51
Soya	87.50	nd	nd	nd	40.00	nd
Varios I	87.15	77.51	73.57	90.32	65.92	81.04
VariosP-V	69.68	74.23	88.16	84.77	71.83	91.79
Trigo	55.93	58.77	52.96	59.41	53.06	62.84
Cebollín	60.29	63.31	54.91	72.31	50.07	52.93
Maíz Tem	54.51	84.90	73.82	91.52	36.80	62.21
Maíz Tar	41.56	44.23	67.11	46.25	52.66	73.99
Cebada	77.48	100.00	42.56	63.89	46.92	61.21
Ajonjolí	71.00	39.21	63.45	48.01	53.31	68.66

FUENTE: Resultados plan de riegos del DDR 002 Río Colorado

1. Tempranero
2. Tardío

NOTA 1: Calculado según reporta el DDR, necesario sobre servido por cien

NOTA 2: Eficiencias mayores del 100% debido al tipo de cálculo

NOTA 3: I=Invierno, P-V=Primavera, F=Pozo federal, P=Pozo particular

NOTA 4: Cultivos en orden descendente de U.C.

Dentro del distrito los sistemas de riego son gravedad y bombeo y dentro de bombeo se tienen pozos federales y particulares. El área regada por pozos sobrepasa al 20% del total en plan normal con presencia de excedentes de agua. En

el Cuadro 27 se observa la participación del sistema de bombeo así como por tipo de pozos, siendo mayor la superficie regada por pozos federales que por pozos particulares.

CUADRO 27. SUPERFICIE REGADA POR GRAVEDAD Y TIPO DE POZOS EN PLAN NORMAL Y EXCEDENTES

AÑO AGRICOLA	SUP. REGADA PLAN NORMAL ha	%	SUP. REGADA MAS EXCEDENTES ha
1985-86	210543	100.00	261428
Gravedad	143607	68.20	
Bombeo	66936	31.79	50885 *
Pozos Federales	46398	22.03	
Pozos particulares	20538	9.75	
1986-87	214359	100.00	246705
Gravedad	146305	68.25	13078
Bombeo	68054	31.74	19268
Pozos Federales	46739	21.80	15198
Pozos particulares	21315	9.94	4070
1987-88	211280	100.00	214423
Gravedad	145025	68.67	
Bombeo	66255	31.35	3143
Pozos Federales	46544	22.02	2640
Pozos particulares	19711	9.32	503

*incluye pozos federales y particulares

FUENTE: Calculado con base en los resultados plan de riegos del DDR 002 Río Colorado

CUADRO 28. CULTIVOS DOMINANTES EN EL AREA DE BOMBEO POR POZOS FEDERALES

PRIMEROS CULTIVOS			
SUPERFICIE POR AÑO AGRICOLA (HECTAREAS)			
CULTIVO 88	1985-86	1986-87	1987-
Cártamo	486	1404	823
Cebada	148	230	86
Trigo	23703	22903	15213
Rye grass	103	114	105
Cebollín	640	929	805
Varios	380	774	954
SUBTOTAL	25460	26354	17986
Alfalfa	4629	3099	3320
Espárrago	298	508	571
Vid	546	563	571
Frutales	100	95	131
SUBTOTAL	5573	4265	4593
Algodonero	14027	14535	21856
Sorgo G. Te.	25	81	95
Sorgo G. Ta.	104	213	40
Sorgo F. Te.	85	20	62
Sorgo F. Ta.	40	41	66
Maíz te.	105	66	17
Maíz ta.	69	100	113
Ajonjolí	558	554	904
Soya	7		1
Varios	349	540	801
SUBTOTAL	15369	16150	23955
TOTAL	46402	46769	46534

FUENTE: Resultados plan de riegos del DDR 002 Río Colorado

2.1.22. Producción Agrícola

En el DDR 002 Río Colorado, la superficie empadronada es de 207,141 ha, pero debido a que en los últimos años se han presentado excedentes de agua, se ha podido sembrar más

superficie, incrementando así el área cosechada.

En los últimos 10 años (1979-1988), la superficie sembrada gira alrededor de los 229,000 ha, y la cosechada en 219,000 ha (Cuadro 10) siendo los principales cultivos por superficie cosechada trigo, algodón, alfalfa, cebada, rye grass, ajonjolí, maíz y hortalizas. En el Cuadro A23 se observa como la superficie viene cambiando de años agrícolas anteriores, así las áreas sembradas de algodón han disminuido, y el contrario sucede con trigo, pues se han incrementado al igual que las hortalizas y especies forrajeras.

En cuanto al valor de la producción, en el Cuadro A24 se indica que en el año agrícola 1987-1988, el cultivo que más participa en el valor de la producción total es el algodonerero, enseguida trigo, seguido muy de cerca por varios, (aquí en este renglón varios se han localizado datos sobre hortalizas de invierno y primavera), después sería el cebollín, alfalfa, espárrago, vid, rye grass, cebada y ajonjolí.

La participación por cultivo en el valor de la producción es variable, como ejemplo: algodonerero en 1964-65 participaba con el 81.52%, trigo con el 16.78%, alfalfa un 0.85%, la cebada 0.26% y el espárrago participó con el 0.47%; en cambio para el año agrícola 1987-1988 la participación fue de: algodón con el 33.48%, trigo 16.30%, alfalfa 8.50% cebada 1.62% y el espárrago 4.47%, es muy notaria la baja de

la participación de el algodón, el trigo se mantiene ligeramente a la baja, y el resto aumenta su importancia incrementando su participación, (Cuadro A25 y A26).

Dentro de cada ciclo los cultivos más importantes son: trigo para Otoño-Invierno (O-I), alfalfa para Perennes (P) y algodón para Primavera-Verano (P-V), tomando en cuenta el valor de la producción, aunque existen otros cultivos como hortalizas cuyo valor en el año agrícola es tan importante como trigo al menos en 1987 y 1988, como se nota en el Cuadro A24.

En relación a la importancia de cada ciclo se observa en los Cuadros A26 y A27 que en el año 1987-1988, el ciclo O-I con el 49.09% de superficie cosechada participa con el 41.42% del valor de la cosecha, el ciclo de perennes con un 10.49% de superficie cosechada produce el 16.83% del valor y el ciclo P-V con una superficie cosechada del 40.41% del total, también participa con un 41.75% del valor total de la cosecha.

El comportamiento de la producción de los principales cultivos en el DDR, ha sido diferente para cada uno de ellos, así, el algodón a través de 25 años agrícolas muestra una tendencia a disminuir su producción por efecto de reducir la superficie cosechada, pues el rendimiento de este cultivo se mantiene y aumenta al final del periodo (figura 4). En cambio en el cultivo de trigo en estos mismos años (1963-64 a 1987-88), la tendencia de la producción es a

CULTIVO DEL ALGODONERO

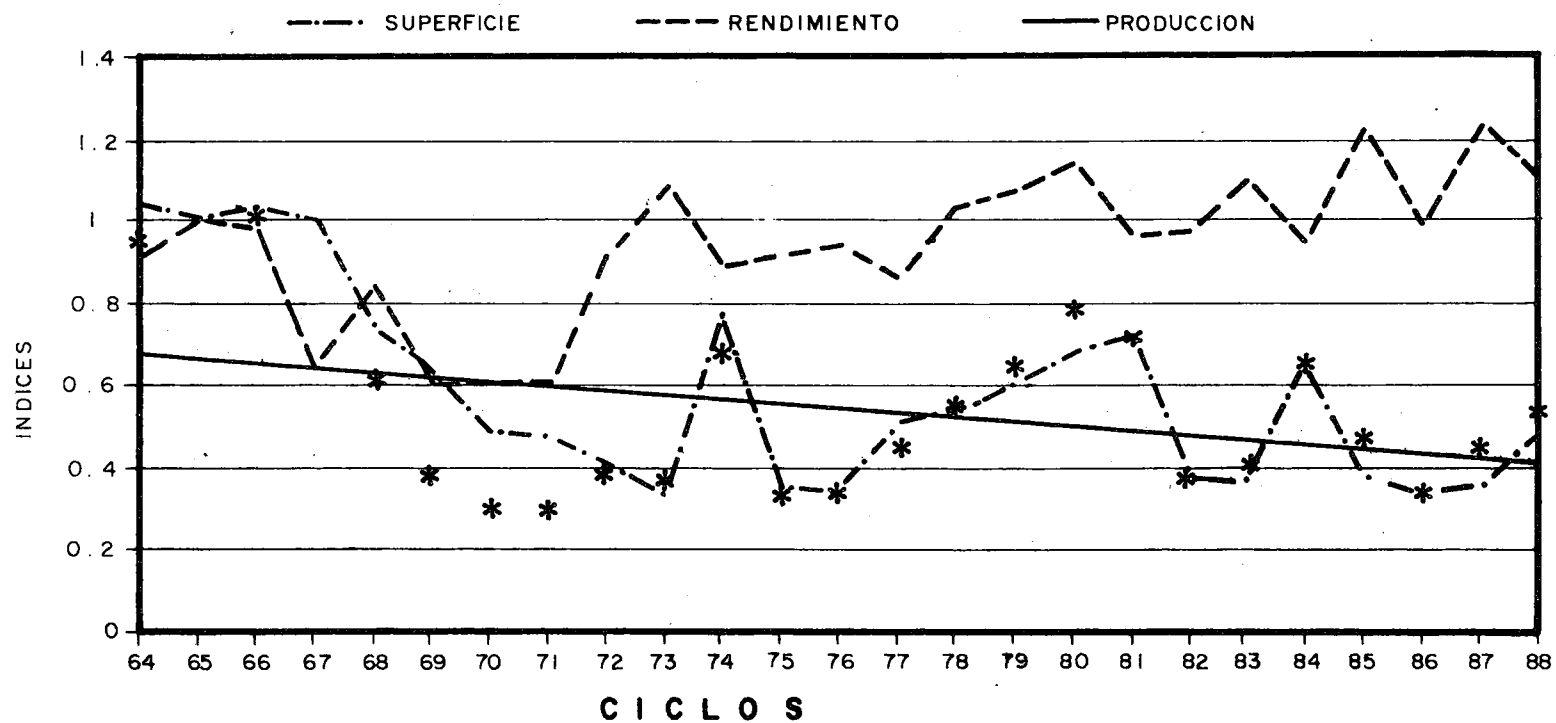


FIGURA 4. INDICES DE CRECIMIENTO BASE 1965

FUENTE: SUBJEFATURA DE OPERACION DDR-002

CULTIVO DE TRIGO

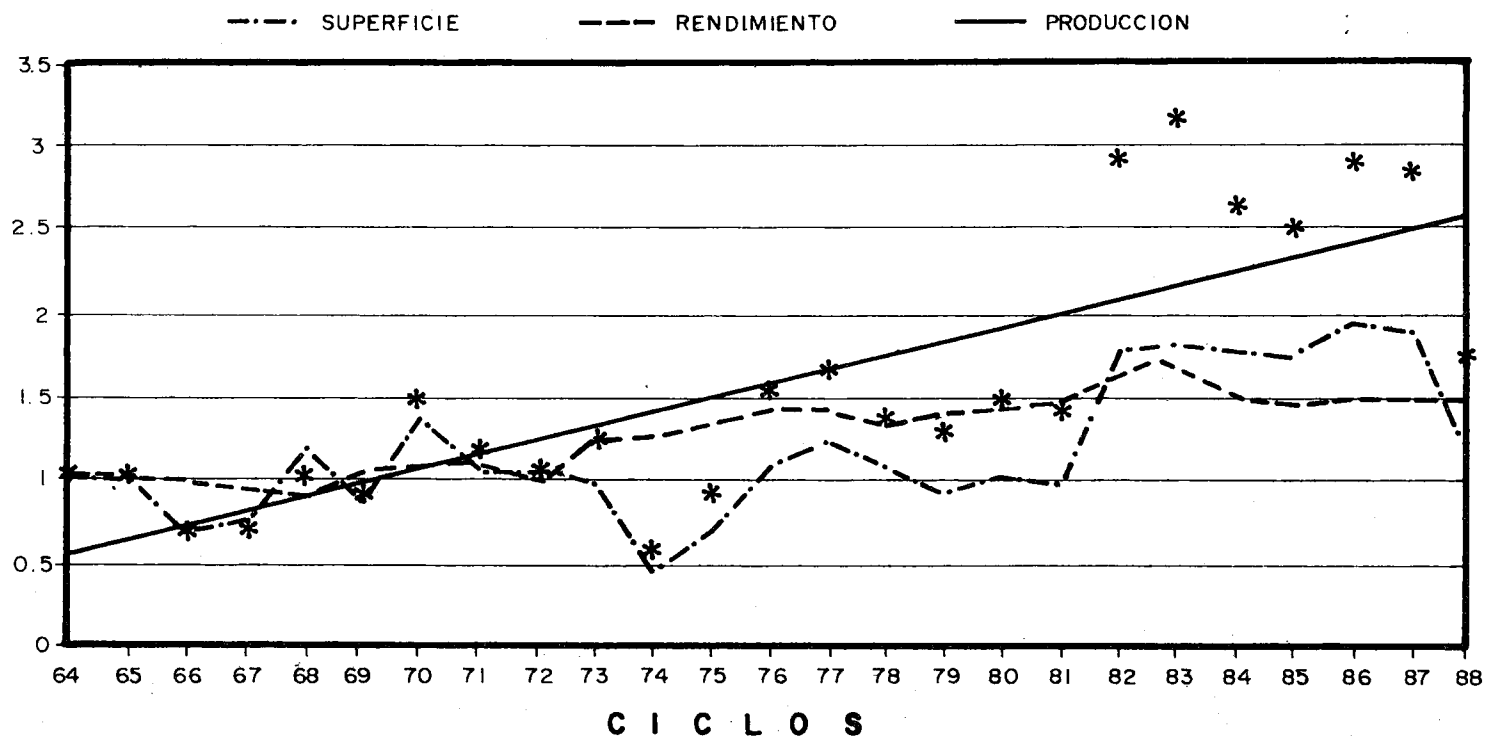


FIGURA 5. INDICES DE CRECIMIENTO BASE 1965.

FUENTE : SUBJEFATURA DE OPERACION DDR-002

CULTIVO DE ALFALFA

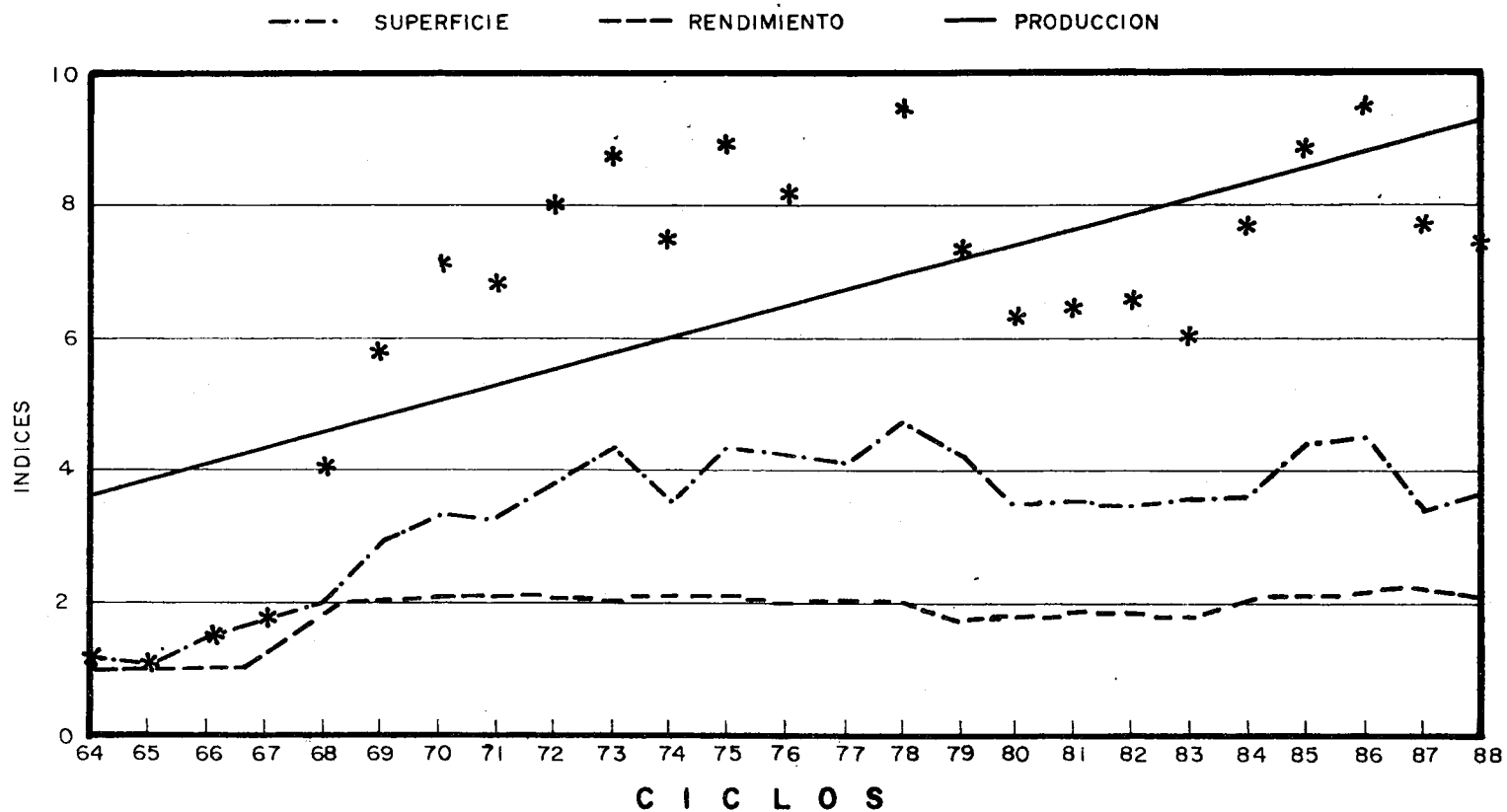


FIGURA 6. INDICES DE CRECIMIENTO BASE 1965

FUENTE : SUBJEFATURA DE OPERACION DDR-002

elevarse debido a que sus componentes como superficie y rendimiento se han incrementado (figura 5). Lo mismo sucede con la producción de alfalfa, que se le observa la tendencia a incrementarse ya que tanto el rendimiento como la superficie se han aumentado, pero se puede señalar que el efecto mayor es el de superficie, como se manifiesta en la figura 6.

El crecimiento de la producción de otros cultivos como espárrago, cebada, rye grass y cártamo, esta más influenciada por la superficie que por efectos rendimientos, siendo esta vía la que origina cambios en la composición de la estructura del patrón de cultivos, así como aparición de cultivos nuevos como rye grass y en todo caso la decisión del productor de sembrar uno u otro cultivo según las ventajas que se le presentan.

Durante el transcurso de los años el patrón de cultivos se ha modificado, como se observa en la figura 7 en el cual se manifiesta que el algodnero dominaba en la década de los sesentas, en los setentas aparecen otros cultivos que compiten con él, y en los ochentas además de cultivos forrajeros y hortalizas es el trigo quien ofrece competencia al algodnero.

Las figuras 7 y 8 muestran que en el año agrícola 1964-65 se sembró el 67.5% de la superficie con algodón y produjo el 81.5% del valor de la cosecha mientras que al sembrar el 29% de trigo generó el 16.7% del valor total, es claro pues que

estos cultivos eran los únicos por lo tanto los más importantes.

Para el año agrícola 1974-75, el algodón baja fuertemente su superficie sembrada hasta un 22.9% pero aun así genera el 41.7% del valor de la producción, con el trigo sucede algo similar solo se siembra un 18.8% del total y participa con un 16.1%, siendo algodón más importante por el valor que genera, para este tiempo ya cobra importancia otros cultivos como alfalfa que se siembra el 9.8% y produce el 12.8% del valor total, resultando ser más atractivo que trigo, también son importantes por superficie sembrada la cebada, el RYE Grass, Hortalizas, espárrago y otros.

Ya en los ochentas en el año agrícola 1984-85, el algodón se siembra menos que trigo, un 18.9% contra un 38.8% de trigo; pero genera más valor, un 27.1% contra el 22.9% con el cual participa trigo; en estos tiempos, otros cultivos se manifiestan fuertemente como las hortalizas de primavera y verano que sembrándose sólo el 2.5% de la superficie genera el 16.5% del valor total de la producción, otro es el espárrago que solo se sembró el 1% y participó con el 10.7% de valor de la producción.

En el año agrícola 1985-86, también trigo supera en superficie sembrada al algodón, pero éste es mayor en el valor de la producción, y en el siguiente año 1986-87 cuando de algodón se siembra sólo un 18% y de trigo el 41%, el

algodón participa con un 47.6% del valor de la producción y el trigo sólo con el 16.9%. Este mismo año las hortalizas, de las que sólo se sembró un 5.3%, constituyeron un 16.5% del valor total de la producción, la alfalfa con 6% de lo sembrado produjo 6% del valor, el espárrago con 1.2% de superficie produjo el 3.2% del valor total, el rye grass con 5.2% de lo sembrado participó con el 2.7% y la cebada con un 4% de superficie representó solo el 1.3%.

Dentro del año 1987-88 la situación cambia, quizá en espera de un buen precio, la superficie sembrada de algodón se dispara a un 31.4% y la de trigo se reduce en relación a la del año anterior sembrándose solamente un 30.9%; la participación en el valor de la producción del algodón disminuyó considerablemente participando con el 33.4% y trigo se sostiene en un 16.3% parecido al año anterior. A pesar de que algodón aumenta la superficie sembrada en un 74.4% la participación en el valor de la producción disminuye en un 29.8% de un año a otro (figuras 7 y 8). Este mismo año se nota la importancia constante que ha tomado las hortalizas de primavera y verano pues con el 4.9% de superficie generaron el 16.6% siendo ésta mayor que la de trigo que fué de 16.3% cuando de este cereal se sembraron lo correspondiente al 30.9% de la superficie; también es notorio el cultivo de cebollín que con el 1.9% de superficie sembrada su valor de la cosecha llegó al 9.1% del valor total superando a la alfalfa, al espárrago, Rye grass y cebada juntos.

Como un apoyo a la producción el crédito agrícola cumple una función muy importante en el DDR 002. Con datos del Banco de Crédito Rural para 1987 y 1988 que habilitan a más de 90 000 ha, en el distrito, se puede señalar que se les da crédito a más superficie en O-I que en P-V. (Cuadro 29).

Los montos ejercidos han venido aumentando (a precios corrientes), pero los mismos son mayores en P-V, ya que en este ciclo se cultiva algodón principalmente que es el cultivo cuya cuota por hectárea es mucho mayor que trigo, (Cuadros 29, A28, A29).

CUADRO 29. SUPERFICIE Y MONTOS DE CREDITOS EJERICOS A TRAVES DEL BANCO DE CREDITO RURAL DEL NOROESTE, SUCURSAL "A", MEXICALI, B.C. EN EL DDR 002 RIO COLORADO

AÑO AGRICOLA	CICLO	SUPERFICIE (Ha)	CREDITO EJER- CIDO (Miles \$)
1986-1987	O-I	62,376	18,745,912
	P-V	28,649	19,772,746
TOTAL		91,025	38,518,658
1987-1988	O-I	58,656	38,416,399
	P-V	35,451	54,125,614
TOTAL		94,127	92,542,013
1988-1989	O-I	43,602	42,561,227
	P-V	ND	ND

Fuente: Datos extraídos de las formas PO 1, de la sucursal "A" Mexicali, B. C.

NOTA: El año agrícola 1986 - 1987; incluye el ciclo O-I 1986-1987 y el P-V 1986-1987.

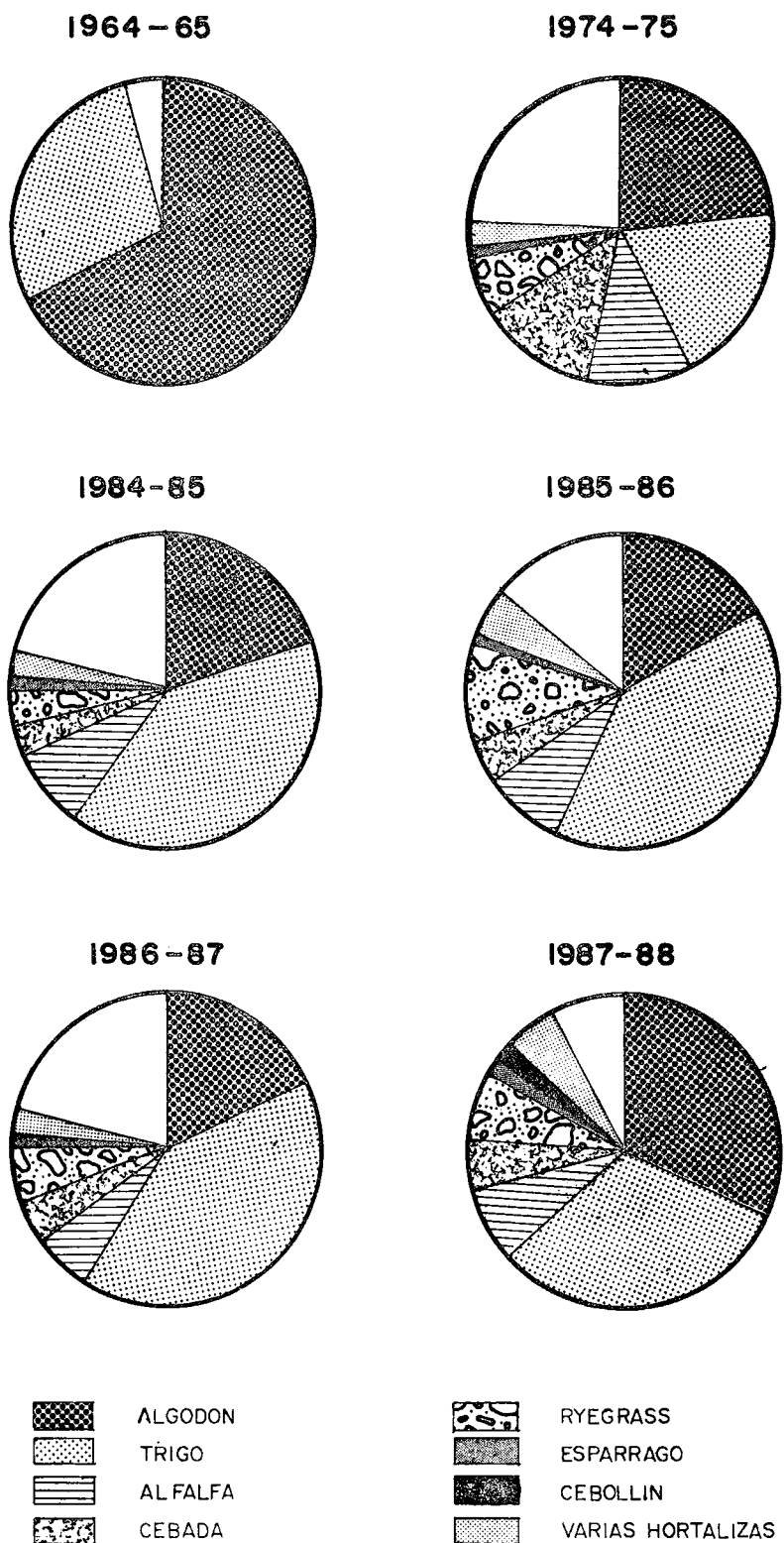
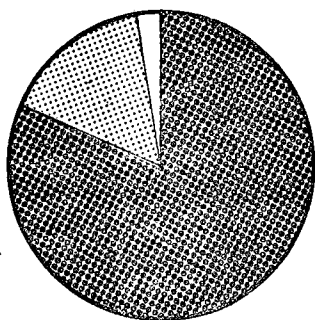
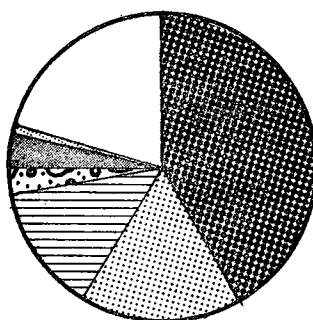


FIG. 7. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN LA SUPERFICIE TOTAL SEMBRADA (Fuente: Elaborado en base al cuadro A 23) .

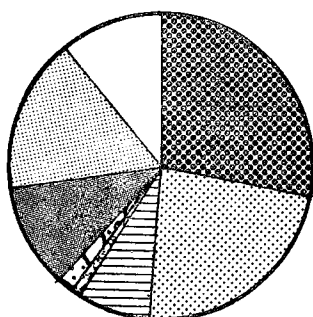
1964-65



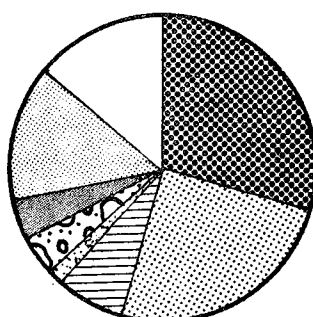
1974-75



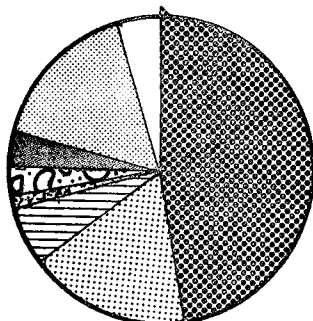
1984-85



1985-86



1986-87



1987-88

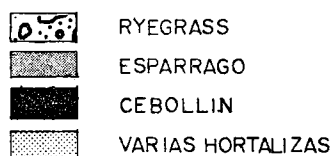
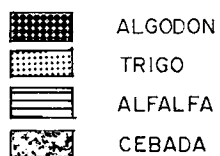
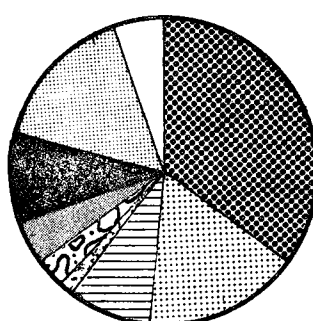


FIG: 8. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN EL VALOR TOTAL DE LA COSECHA (Fuente: Elaborado en base al cuadro A25) .

A nivel nacional la importancia del Distrito de Desarrollo Rural 002 radica en su aportación en volumen y valor de los productos que se generan; para el año de 1987, el distrito participó con el 40.25% en la producción nacional de algodón (incluye fibra y semilla), con el 10.6% de la producción de trigo, el 5.18% de la producción nacional de cártamo, el 30.2% de ajonjolí, con el 0.25% de maíz, el 0.46 de sorgo y el 0.05% de soya, lo que indica que a pesar de que el algodón ha venido disminuyendo en superficie, en la actualidad es el cultivo más importante por el valor de su cosecha, su participación en valor dentro del distrito y a nivel nacional por su aportación en miles de toneladas (Cuadro 30).

CUADRO 30. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DEL DDR 002 EN LA PRODUCCION NACIONAL DE PRODUCTOS BASICOS PARA EL AÑO AGRICOLA 1987 (MILES DE TONELADAS)

CULTIVO	PRODUCCION NACIONAL	PRODUCCION DEL DDR-002	PARTICIPACION DEL DDR-002
TOTAL NACIONAL	25,033.9		
GRANOS	23,935.0		
MAIZ	11,606.9	29,028	0.25
FRIJOL	1,023.6		
TRIGO	4,415.4	468.370	10.60
ARROZ	519.1		
SORGO	6,298.0	29.130	0.46
OLEAGINOSAS	1,098.9		
SOYA	828.2	0.424	0.05
AJONJOLI	51.2	15.502	30.20
CARTAMO	219.4	11.372	5.18
ALGODON	444.0	178.716	40.25

FUENTE: INEGI, 1989. Boletín de Información Oportuna del Sector Agropecuario # 40. Abril. México.

NOTA: Se considera como año agrícola 1987, acumulación de resultados de los ciclos O-I 1986-1987 y P-V 1987-1987

2.2. Planteamiento del problema económico

Como se observa en el desarrollo de los capítulos anteriores; los recursos importantes como suelo y agua se desaprovechan al malgastar uno de ellos, el agua, provocando, de alguna manera que los recursos económicos y sociales no se utilicen de la mejor manera. Lo anterior se expone al contemplar las diferencias de eficiencias parcelarias que existen entre pozos federales y particulares y más aún con el sistema de gravedad.

Los problemas anotados que se padecen en la zona de pozos pueden ser salvables siempre y cuando participen de una manera conciente los mismos usuarios, ya que mientras estos sientan que es un servicio pagado por ellos y obligado por la SARH, el problema puede persistir indefinidamente.

Tal parece que la política futura de modernización del campo, trae consigo el traslado gradual a los productores, el control de sus condiciones de producción y ampliar sus espacios de negociación política y económica; lo que indica que la SARH promoverá en cierta medida la transferencia de la operación, conservación y administración de las áreas de riego, reforzando la participación de los productores o usuarios en la ampliación y rehabilitación a nivel de planeación y ejecución de obras (13).

La tranferencia gradual de la infraestructura así como el propio manejo, puede propiciar una actitud positiva de los

usuarios y posiblemente se pueda manejar de forma más adecuada el recurso hídrico.

La actitud normal del productor puede ser el negarse a recibir la infraestructura en las condiciones actuales, por lo que hará falta mucha concertación y corresponsabilidad entre las organizaciones y la SARH, para lo cual, podrían hacerse convenios donde se formen quizá patronatos u organismos especiales que se encarguen de la operación, rehabilitación y ampliación de las áreas de riego. Es posible que solo con subsidios y créditos para inversión con tasas de interés preferencial puedan renovarse los equipos de los pozos y así puedan ser recibidos por los agricultores.

Por otro lado si la política de modernización incluye la eliminación de subsidios y uno de ellos es elevar la tarifa sobre energía eléctrica gastada en pozos; esto podría influir a cuidar más el líquido pues sería un recurso escaso más caro, y, si además se incluye que las organizaciones tengan un control sobre la asistencia técnica, pagada total o parcialmente por los productores, los técnicos capacitados tendrán un empleo seguro y definitivamente se podrán realizar las recomendaciones técnicas precisas para maximizar el uso de agua, que es lo único en esta área que puede ampliar la zona agrícola sin que haya excedentes del Rio Colorado.

Puede ser que este tipo de acciones acompañadas de créditos oportunos, facilidades en compra de maquinaria, insumos varios, y un fuerte apoyo de las instituciones para acceder a mercados internacionales con especies hortícolas, los agricultores del distrito del Río Colorado pueden aprovechar las ventajas que tienen al estar situados en la frontera con Estados Unidos, y en la vertiente del Pacífico, ya que a futuro pudiera explorarse mercados de Japón, China y otros países asiáticos, además de los de Norteamérica.

Así pues los problemas presentados en la zona puede eliminarse o minimizarse cuando cambien las relaciones productores-instituciones de gobierno, cuando por ambos lados se hagan responsables de sus funciones y acciones, porque es claro que si las obras de infraestructura las maneja el productor, así como la asistencia técnica, (incluyendo canaleros), y también si el precio del agua se eleva por eliminación de subsidios, entonces se preocupará de no malgastar el recurso. Pero también el Estado se deberá de preocupar para cumplir con lo que pacte con las organizaciones de productores, que lo más lógico será sobre precios de comercialización, o precios de concertación, así como los créditos refaccionarios que requieran para compra de equipo, maquinaria, transporte, etc., ya que el productor podrá producir de una manera más creciente al tener en sus manos el control de la infraestructura de riego de los distritos, pero también necesitará de los apoyos de las

instituciones, incluyendo el de inversiones directas para no tener en los planes, documentos de inversión diferida, es decir inversión que no hace pero se requiere. En relación a planes de inversión, el gobierno federal anunció que para 1990 aportará 14,000 millones de pesos para continuar con la modernización del Distrito (20).

De forma clara los posibles proyectos de revestimiento del canal Todo Americano que abatiría a la recarga del acuífero de la zona de pozos, el incremento de la demanda de agua para consumo doméstico e industrial que se estima en un 25% del total para el año 2010, (20), las diferencias marcadas de eficiencias de conducción entre sistemas (gravedad y bombeo) y las pérdidas de agua en la aplicación del riego a nivel parcelario en zona de pozos federales, requiere seguramente de cambios y enfoques del como utilizar los recursos escasos de la zona y productiva agrícola del DDR 002 Río Colorado.

No ajeno a la problemática general del uso del agua en áreas de riego, el Distrito de Desarrollo Rural 002 Río Colorado, reporta una eficiencia parcelaria del 75.56% en el año agrícola 1987-1988 en primeros cultivos y regadas con agua de gravedad, para el mismo año pero en pozos federales señala un 60.89%, y en pozos particulares indica una eficiencia parcelaria del 78.86% (35).

La forma de presentar las eficiencias de manera oficial manifiestan que el DDR 002 Río Colorado se encuentra

actualmente por encima de la media señalada por AMRAC, pero dentro del Distrito existen diferencias fuertes de eficiencias parcelarias principalmente en el sistema de riego por pozos, particulares contra federales, lo que significa una pérdida de recursos hídricos que varía a través de los años de acuerdo a la superficie física regada, cultivos establecidos y manejo del agua.

Además de lo ya establecido, se puede presentar a mediano plazo otra situación que podría generar problemas agudos, ésta sería la competencia por agua entre el crecimiento de ciudades fronterizas u otros centros de población y el campo, ya que en el Estado de Baja California existen concentraciones tanto en poblaciones como en áreas productoras. Para el año de 1986, se indica que el DDR 002 Río Colorado sembró el 82% del total del Estado, que fue de 314,000 hectáreas; y en relación a población, se estima que en la actualidad se tienen 1.5 millones de habitantes en el Estado, de los cuales más del 80% están establecidos en las ciudades frontera de Mexicali y Tijuana (19).

En un plazo mediano la población podría crecer fuertemente, así como las agroindustrias y/o maquiladoras, incrementando también las demandas de agua para uso doméstico e industrial, y si consideramos que el DDR es la principal fuente que tiene sus limitantes tanto en su acuífero como en el agua de gravedad que escurre por el Río Colorado con una cuota anual asignada por convenio internacional, estos

aspectos orientan que a futuro la disponibilidad de agua para la agricultura puede disminuir y tal vez se demandarán más productos agrícolas; por lo cual la producción agrícola no puede mantenerse inmóvil, sino que debe preveer aumentar su productividad utilizando de manera más eficiente sus recursos, modificando su patrón de cultivo de forma tal que se consuma menos agua o se obtenga más beneficio por unidad de líquido usado en la producción agrícola.

2.3. Objetivos

Por lo anteriormente expuesto y con la finalidad de plantear alternativas que auxilien en la solución del problema establecido, se proponen los siguientes objetivos.

1. Utilizar un modelo de programación lineal con datos disponibles para las zonas de gravedad, bombeo federal y particular del DDR-002 Río Colorado.
2. Obtener de los modelos básicos un patrón óptimo de cultivo por zona, usando los gastos de agua reportados en el DDR.
3. Obtener un patrón óptimo de cultivos para el total del distrito, bajo supuesto de aumento de eficiencias de riego parcelario al 80%.

2.4. Hipótesis

De acuerdo a los objetivos propuestos, se plantean las siguientes hipótesis:

1. Los cultivos que se seleccionan en un patrón por zona, serán los que tengan una utilidad más alta, por lo cual puede ser un número reducido.

2. Al elevarse la eficiencia de riego pueden seleccionarse más cultivos en el patrón óptimo, ya que existe más cantidad de recurso y no se corre el riesgo de extraer del acuífero una cantidad de agua extra a la recomendada.

III. METODOLOGIA

3.1. La programación lineal

3.1.1. Definición

Es la parte de la optimización matemática que tiene por objeto la optimización de una función lineal restringida por un conjunto de desigualdades lineales.

La función que es el objeto del proceso de optimización se conoce con el nombre de función objetivo y las variables cuyo valor debe encontrarse en el proceso se llaman variables de elección. De acuerdo con esto, la optimización es el proceso de selección de la mejor alternativa posible desde el punto de vista de la función objetivo.

La mejor alternativa posible puede ser un máximo o un mínimo. En el caso particular de la programación lineal se interesa en encontrar los valores no negativos de las n variables que satisfagan las m restricciones y que optimicen la función objetivo. Cuando el objeto de la optimización es hallar el máximo de la función objetivo se representa como sigue:

$$\text{MAX } \pi = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

SUJETO A: (RESTRICCIONES)

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

CONDICIONES DE NO NEGATIVIDAD $X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$

es decir:

$$\text{MAX: } \pi = \sum_{j=1}^n C_j X_j \text{ Función Objetivo}$$

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_j \quad (i=1, \dots, m) \\ & X_j \geq 0 \quad (j=1, \dots, n) \end{aligned}$$

El modelo que expresa el problema de programación lineal es lineal, tanto en la función OBJETIVO como en las RESTRICCIONES, ya que las dos condiciones necesarias para la existencia de la linealidad son homogeneidad y aditividad.

3.1.2. Supuestos de la programación lineal

Como se advierte la linealidad prevalece en todo momento, ya que ninguna variable está elevada a una potencia diferente o distinta de uno (5).

ADITIVIDAD.- Establece la existencia de la independencia de las actividades involucrada en un modelo, que las cantidades de recursos necesarias para obtener una unidad de producto de una actividad no tienen nada que ver con los recursos que requiere otra actividad. El producto obtenido de dos o más actividades es igual a la suma de los productos de cada una; así mismo sucede con los recursos empleados.

EJEMPLO.- Si se requiere 0.5 ha para producir 1 tonelada de maíz y 0.125 ha para producir 1 tonelada de sorgo, entonces se requerirán $(0.5 + 0.125) = 0.625$ ha para producir 1 tonelada de maíz y otra de sorgo.

HOMOGENEIDAD.- Este supuesto señala una relación directa entre recurso empleado en una actividad y el producto obtenido, esto es, que los coeficientes insumo producto son constantes. Ejemplo: Si se requiere 0.5 ha para producir 2 toneladas de trigo, entonces para obtener 50 ton se necesitan 25 ha.

DIVISIBILIDAD.- Se refiere al hecho de que tanto los recursos como productos son susceptibles de fraccionarse en unidades más pequeñas, por lo que tendrá una función continua.

FINITUD.- Indica que el número de actividades entre las que se puede optar, así como las restricciones originales sobre los recursos, existe un número finito positivo.

CERTIDUMBRE.- Supone que los valores de los coeficientes técnicos, los precios y las ofertas de recursos se conocen con certeza, puesto que no se admite la posibilidad de dispersión de valores promedio, este supuesto es lineal.

3.1.3. Formulación del modelo

Los modelos matemáticos utilizados en programación lineal contienen tres componentes:

- a) La función objetivo lineal

b) El conjunto de desigualdades lineales

c) Condiciones de no negatividad

En un problema de maximización con n variables sujeto a m restricciones, el programa lineal se formularía como sigue:

$$\text{MAX } Y = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots C_nX_n$$

Donde Y representa un valor óptimo buscado de función objetivo, C_i son coeficientes de ingreso neto asociado a cada actividad de producción X_i , mismas que están limitadas por un conjunto de restricciones que son:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots a_{mn}X_n \leq b_m$$

Donde a_{ij} son los coeficientes técnicos o sea la cantidad de recursos utilizados en una unidad de producción X_i y b_i son el valor o cantidad de recursos disponibles para el conjunto de la explotación.

Lo anterior bajo condiciones de no negatividad o sea:

$$X_n \geq 0$$

lo cual excluye necesariamente valores negativos de las actividades (5).

3.1.4. Ventajas de la programación lineal

Es un método de planificación que es a menudo muy útil para tomar decisiones que requieren una elección entre un gran número de alternativas. Como la típica explotación agrícola dispone de un conjunto de mano de obra, capital y tierra que puede ser dedicado a numerosos cultivos o producciones ganaderas, cada elemento puede ser aplicado en distintas posibilidades de producción y con tantas alternativas ¿cómo se podría seleccionar el mejor plan? Normalmente éste se ha guiado por lo que en el pasado se ha mostrado como mejor, haciendo pequeños ajustes, usando métodos aritméticos informales resultando un plan que puede no ser el mejor de los posibles. La ventaja del uso de programación es que permite analizar entre un gran número de ajustes alternativos y calcular completamente sus consecuencias (3).

3.2. Niveles de análisis

La herramienta metodológica empleada en el trabajo se basa en el uso de la programación lineal simple, la cual sirve en este caso para analizar el patrón de cultivos que maximice la utilidad total a partir de los recursos disponibles. Por lo cual se hará el análisis a dos niveles, nivel distrito y nivel zona de bombeo (pozos federales y particulares), para observar las diferencias de utilidad y del uso de recursos especialmente lo relacionado con agua de riego.

Los niveles de análisis del problema necesariamente implican trabajar los siguientes aspectos:

- 1) Comparar el patrón usado en el Distrito en el año agrícola 1987-1988, contra el que resulte bajo un modelo de programación lineal.
- 2) Comparar los patrones utilizados por zonas: gravedad, pozos particulares y pozos federales, con los que resulten bajo programación.
- 3) Explicar las diferencias encontradas en los diferentes niveles.
- 4) Bajo supuestos de ahorro de agua a nivel de riego parcelario, obtener un patrón a nivel Distrito y a nivel de zonas de bombeo.
- 5) Encontrar las diferencias o ventajas entre el patrón utilizado y el patrón que incluye eficiencias de riego, en los dos niveles.
- 6) Discutir los supuestos bajo los cuales se ahorraría agua.
- 7) Proponer un patrón de cultivos para el Distrito y por zonas o niveles.
- 8) Recomendar acciones para que el patrón propuesto se pueda realizar.

3.3. Clasificación de la información

Para resolver los aspectos anteriores se seguirán los siguientes pasos:

a) Clasificar la información de acuerdo con los aspectos que se indican:

a.1) Actividades, que se definan como las variables de decisión o de control, que para el caso serán: la producción de cada uno de los cultivos contemplados.

a.2) Restricciones; se definen como las condiciones dentro de las cuales se da el problema; se referirán a recursos o situaciones restrictivas tanto objetivas como subjetivas, para este estudio las variables serán tierra, agua, mano de obra y capital (o crédito).

a.3) Coeficientes técnicos; definidos como las cantidades requeridas de un recurso para llevar a cabo una unidad de actividad o bien el impacto sobre una restricción de desarrollar una unidad de actividad.

a.4.) Precios netos; definidos como las aportaciones que las actividades del problema hacen al logro del estudio identificado, los cuales serán las utilidades arrojadas por cada cultivo considerado.

b) Representación matemática; una vez clasificada la información, se representará el problema mediante un conjunto de ecuaciones. La primera ecuación será la función objetivo,

la cual expresará el criterio de optimización del problema.

Las ecuaciones siguientes expresarán la relación entre la disponibilidad del recurso y su utilización, dicha relación podrá ser:

$< =$ Menor o igual que

$> =$ Mayor o igual que

$=$ Igual que

En todos los casos se cumplirá la condición de: disponibilidad del recurso $>=$ utilización del recurso. De otra manera, las ecuaciones de relación de recursos nos indican que la función objetivo está sujeta a ciertas restricciones.

c) Solución; para resolver el sistema de ecuaciones, como son más de dos variables, se usará el programa de computación "LINDO" bajo microcomputadora, cuya hoja de salida nos proporciona la información necesaria para realizar los análisis y justificar el patrón propuesto.

d) Análisis de competitividad de los diferentes cultivos; se procederá a identificar los factores que inciden en la selección de actividades; dichos factores son: la relación entre utilidades, la ventaja comparativa en términos de requerimientos de recursos y la escasez relativa de recursos.

d.1.) La relación entre utilidades de los cultivos deducirá qué cultivos son más redituables.

d.2) La ventaja comparativa en términos de recursos disponibles, nos indicará qué cultivo tiene ventaja sobre otro al utilizar menos recursos señalados anteriormente como variables: tierra, agua, mano de obra y capital.

d.3) La escasez relativa de los recursos; identificará cual recurso es más importante en el problema tratado, pues al obtener su precio sombra, indicará cual es el recurso más escaso, que será el que tenga un precio sombra más alto. El precio sombra del recurso repercutirá para que en la solución óptima se seleccionen cultivos que utilizan menores cantidades de recursos con un alto precio sombra.

e) Cálculo de precios sombra; existen dos tipos de precios sombra: los precios sombra de las actividades que se denominan costos reducidos y los precios sombra de los recursos que se denominan precios duales.

Los costos reducidos se definen como el incremento necesario de la utilidad de una actividad, para que ésta que no entró en la solución óptima sea considerada.

El precio dual se define como el incremento de la utilidad resultante de tener una unidad adicional del recurso (21).

Finalmente con la discusión de los resultados se podrá llegar a proponer un patrón de cultivos, sus ventajas y desventajas bajo los supuestos que requiera cada problema a nivel de

conclusiones.

3.3.1. Actividades de Producción

Dentro del Distrito de desarrollo los cultivos son las actividades que comprenden su desarrollo y cosecha, la totalidad de ellas son mostradas en el Cuadro 31.

CUADRO 31. ACTIVIDADES DE PRODUCCION

P1	=CULTIVO Y COSECHA DE	CARTAMO
P2	=CULTIVO Y COSECHA DE	CEBADA
P3	=CULTIVO Y COSECHA DE	TRIGO
P4	=CULTIVO Y COSECHA DE	RYE GRASS
P5	=CULTIVO Y COSECHA DE	CEBOLLIN
P6	=CULTIVO Y COSECHA DE	VARIOS O-I
P7	=CULTIVO Y COSECHA DE	ALFALFA
P8	=CULTIVO Y COSECHA DE	ESPARRAGO
P9	=CULTIVO Y COSECHA DE	VID
P10	=CULTIVO Y COSECHA DE	FRUTALES
P11	=CULTIVO Y COSECHA DE	ALGODON
P12	=CULTIVO Y COSECHA DE	SORGO GRANO
P13	=CULTIVO Y COSECHA DE	SORGO FORRAJERO TEM
P14	=CULTIVO Y COSECHA DE	SORGO FORRAJERO TAR
P15	=CULTIVO Y COSECHA DE	MAIZ
P16	=CULTIVO Y COSECHA DE	AJONJOLI
P17	=CULTIVO Y COSECHA DE	SOYA
P18	=CULTIVO Y COSECHA DE	VARIOS P-V

FUENTE: ELABORACION DEL AUTOR

3.3.2. Restricciones de los modelos

Para cada zona productiva se le obtuvieron sus niveles máximos de restricciones en la cantidad de recursos utilizados, así como las restricciones de mercado internacional y de autoconsumo, que son las que se relacionan en los Cuadros 32, 33, 34, 35 y 36.

CUADRO 32. RESTRICCIONES DEL (MODELO 1) SISTEMA GRAVEDAD

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD
Tierra X	145025	Ha
Agua XX	1479.802	millones de M3
Mano de Obra	3872057	jornales, 8 h.
Capital XXX	188672718	miles de pesos

* Se incluye sólo los primeros cultivos de lo regado en el año de 1987-1988

** Incluye los volúmenes servidos para relacionarlo con deficiencias parcelarias

*** Se identificó como la cuota de crédito, la otorgada por Banrural, y otras se calcularon

CUADRO 33. RESTRICCIONES (MODELO 2) POZOS FEDERALES

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD
Tierra	46544	Ha
Agua	613673	millones de M3
Mano de Obra	1242689	jornales, 8 h.
Capital	77256146	miles de pesos

CUADRO 34. RESTRICCIONES (MODELO 3) POZOS PARTICULARES

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD
Tierra	19711	Ha
Agua	214535	millones de M3
Mano de Obra	526268	jornales, 8 h.
Capital	35181077	miles de pesos

CUADRO 35. RESTRICCIONES (MODELO 4) TOTAL DEL DISTRITO

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD
Tierra	211280	Ha
Agua	2308010	millones de M3
Mano de Obra	5641015	jornales, 8 h.
Capital	301109941	miles de pesos

Las restricciones a nivel de cultivos por comercio internacional son para cebollín, hortalizas de invierno, espárrago y hortalizas de primavera, que son las actividades

P5, P6, P8 y P18, faltando algodón que se incluirá posteriormente.

CUADRO 36. RESTRICCIONES PARA CULTIVOS DE EXPORTACION

RESTRICCIONES	(MODELO 1)	GRAVEDAD
P5=		2384 Hectáreas
P6=		5085 Hectáreas
P8=		2470 Hectáreas
P18=		3321 Hectáreas

RESTRICCIONES	(MODELO 2)	POZOS FEDERALES
P5=		815 Hectáreas
P6=		954 Hectáreas
P8=		571 Hectáreas
P18=		801 Hectáreas

RESTRICCIONES	(MODELO 3)	POZOS PARTICULARES
P5=		871 Hectáreas
P6=		772 Hectáreas
P8=		903 Hectáreas
P18=		406 Hectáreas

RESTRICCIONES	(MODELO 4)	TOTAL DISTRITO
P5=		4070 Hectáreas
P6=		6811 Hectáreas
P8=		3944 Hectáreas
P18=		4528 Hectáreas

FUENTE: ELABORADO POR EL AUTOR

3.3.3. Precios netos

Los precios netos de la función objetivo son los coeficientes de las variables (actividades de producción), indican el ingreso neto de cada actividad y resulta de multiplicar el rendimiento esperado por hectárea por el precio por tonelada de producto en cada una de las variables o actividades, menos los costos de operación, al final se deben restar los costos fijos para ajustar los precios. En los cuadros 37 y 38 se observan los precios netos usados en los modelos.

CUADRO 37. PRECIOS NETOS PARA CADA HECTAREA DE LOS DIVERSOS CULTIVOS DE LOS TRES SISTEMAS

CULTIVOS	UTILIDAD (MILES DE \$)	VALOR DE LA COSECHA (MILES DE \$)	COSTO (MILES DE \$)
CARTAMO	1042.81	1455.065	412.255
CEBADA	148.17	869.430	721.260
TRIGO	650.83	1450.798	799.968
RYE GRASS	560.75	1011.375	450.625
CEBOLLIN	7896.76	12302.569	4405.809
VARIOS O-I	7326.13	9243.497	1917.367
ALFALFA	2373.79	2925.000	551.210
ESPARRAGO	4054.13	8459.937	4405.807
VID	7029.96	9093.721	2063.761
FRUTALES	2700.85	5250.000	2549.150
ALGODON	465.56	2800.000	2334.440
SORGO GRANO	212.97	800.000	587.030
SORGO FORR. TEM	227.66	798.000	570.340
SORGO FORR. TAR	386.66	960.000	573.340
MAIZ	298.40	1050.000	751.600
AJONJOLI	703.42	1200.000	496.580
SOYA	346.31	957.613	611.303
VARIOS P-V	6593.06	8775.000	2181.940

FUENTE: Informes de producción, rendimiento y valor de la cosecha, DDR 002, año agrícola 1987-1988, así como formas del Banco de Crédito Rural de Mexicali, B.C.

CUADRO 38. PRECIOS NETOS PARA CADA HECTAREA DE LOS CULTIVOS EN LOS TRES SISTEMAS INCLUYENDO INTERESES

CULTIVO	COSTO	INGRESO NETO
Alfalfa	798.610	2126.390
Cebada	980.536	1.000
Cártamo	597.755	857.310
Varios O-I	1780.138	6463.350
Trigo	1159.943	290.840
Vid	2991.455	6101.300
Frutales	3696.266	1553.730
Rye grass	653.325	358.050
Ajonjolí	770.418	429.575
Algodón	2821.872	3035.840
Maíz	1172.542	1.000
Sorgo G.	1052.765	1.000
Sorgo F. Tem	718.828	79.370
Sorgo F. Tar	718.828	241.370
Soya	924.374	33.230
Cebollín	5772.918	6529.650
Espárrago	5772.918	2687.010
Varios P-V	2659.118	6115.880

FUENTE: Calculado a partir de formas P0-1, Banco de Crédito Rural, Mexicali, B.C. 1989

3.3.4. Coeficientes técnicos

Los coeficiente señalan la demanda de una unidad de actividad sobre la cantidad de recurso requerido. Dichos coeficientes técnicos se obtuvieron para tierra, agua, mano de obra y capital. Para el caso de agua, cuando se hace el supuesto de eficiencia, éste se aumenta en forma general hasta un 80% para todos los cultivos en las diferentes zonas. Así mismo, los coeficientes se calcularon para las diferentes corridas de los modelos, cambiando precios netos y costos por efecto de incluir intereses sobre el capital y por efecto de precios de venta a mercado internacional. Para el caso del algodón, estas variantes se explicitaron en los resultados de las

salidas de los modelos en el apartado de resultados, pero los coeficientes iniciales se indican en los cuadros 39,40,41, 42 y 43.

CUADRO 39. COEFICIENTES TECNICOS (MODELO 1) GRAVEDAD

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	AGUA	TIERRA	COSTO
P1	12.19	7.640	1.00	412.255
P2	8.04	6.466	1.00	721.156
P3	8.77	8.660	1.00	799.961
P4	8.00	8.045	1.00	450.625
P5	210.00	9.628	1.00	4405.800
P6	79.00	7.405	1.00	1917.360
P7	20.00	17.743	1.00	551.210
P8	64.00	14.949	1.00	4405.800
P9	125.00	15.320	1.00	2063.755
P10	90.00	13.381	1.00	2549.149
P11	14.90	12.784	1.00	2334.437
P12	16.21	10.930	1.00	587.022
P13	10.12	10.025	1.00	570.340
P14	10.12	5.512	1.00	570.340
P15	16.75	8.482	1.00	751.598
P16	20.00	7.171	1.00	496.573
P17	11.63	9.000	1.00	611.299
P18	95.25	9.787	1.00	2181.934

FUENTE: Calculado a partir de formas PO-I, Banco de Crédito Rural, Mexicali, B.C. 1989.

NOTA: El costo se tomó como la cuota de crédito igual a costo de operación

CUADRO 40. COEFICIENTES TECNICOS (MODELO 2)
POZOS FEDERALES

ACTIVIDAD MANO DE OBRA		AGUA	TIERRA	COSTO
P1	12.19	7.254	1.00	412.255
P2	8.04	10.012	1.00	721.156
P3	8.77	10.366	1.00	799.961
P4	8.00	9.905	1.00	450.625
P5	210.00	9.985	1.00	4405.800
P6	79.00	9.102	1.00	1917.360
P7	20.00	22.022	1.00	551.210
P8	64.00	16.327	1.00	4405.800
P9	125.00	23.461	1.00	2063.755
P10	90.00	16.336	1.00	2549.149
P11	14.90	14.311	1.00	2334.437
P12	16.21	9.695	1.00	587.022
P13	10.12	15.468	1.00	570.340
P14	10.12	9.227	1.00	570.340
P15	16.75	13.588	1.00	751.598
P16	20.00	7.879	1.00	496.573
P17	11.63	15.000	1.00	611.299
P18	95.25	8.353	1.00	2181.934

FUENTE: Elaborado a partir de informes de producción, rendimiento y valor de la cosecha del DDR 002, año agrícola 1987-1988, así como formas P01 del Banco de Crédito Rural de Mexicali, B.C.

CUADRO 41. COEFICIENTES TECNICOS (MODELO 3)
POZOS PARTICULARES

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	AGUA	TIERRA	COSTO
P1	12.19	6.935	1.00	412.255
P2	8.04	7.674	1.00	721.156
P3	8.77	8.752	1.00	799.961
P4	8.00	10.316	1.00	450.625
P5	210.00	9.447	1.00	4405.800
P6	79.00	7.407	1.00	1917.360
P7	20.00	19.504	1.00	551.210
P8	64.00	14.982	1.00	4405.800
P9	125.00	10.189	1.00	2063.755
P10	90.00	10.548	1.00	2549.149
P11	14.90	10.903	1.00	2334.437
P12	16.21	9.342	1.00	587.022
P13	10.12	8.583	1.00	570.340
P14	10.12	25.000	1.00	570.340
P15	16.75	8.037	1.00	751.598
P16	20.00	6.118	1.00	496.573
P17	11.63	10.364	1.00	611.299
P18	95.25	65.370	1.00	2181.934

FUENTE: Elaborado a partir de informes de producción, rendimiento y valor de la cosecha del DDR 002, año agrícola 1987-1988, así como formas PO1 del Banco de Crédito Rural de Mexicali, B.C.

CUADRO 42. COEFICIENTES TECNICOS (MODELO 4)
TOTAL DEL DISTRITO

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	AGUA	TIERRA	COSTO
P1	12.19	7.276	1.00	412.255
P2	8.04	8.506	1.00	721.156
P3	8.77	9.259	1.00	799.961
P4	8.00	9.422	1.00	450.625
P5	210.00	9.686	1.00	4405.800
P6	79.00	7.970	1.00	1917.360
P7	20.00	19.756	1.00	551.210
P8	64.00	15.419	1.00	4405.800
P9	125.00	16.323	1.00	2063.755
P10	90.00	13.421	1.00	2549.149
P11	14.90	12.666	1.00	2334.437
P12	16.21	9.989	1.00	587.022
P13	10.12	11.358	1.00	570.340
P14	10.12	7.369	1.00	570.340
P15	16.75	10.035	1.00	751.598
P16	20.00	7.056	1.00	496.573
P17	11.63	11.454	1.00	611.299
P18	95.25	7.559	1.00	2181.934

FUENTE: Elaborado a partir de informes de producción, rendimiento y valor de la cosecha del DDR 002, año agrícola 1987-1988, así como formas PO1 del Banco de Crédito Rural de Mexicali, B.C.

CUADRO 43. COEFICIENTES TECNICOS ESPECIFICOS DEL AGUA, CON UN INCREMENTO DEL 80% DE EFICIENCIA EN RIEGO PARCELARIO

ACTIVIDAD	CULTIVO	Ep=80% MILES M3/Ha
P1	CARTAMO	9.125
P2	CEBADA	5.875
P3	TRIGO	6.875
P4	RYE GRASS	9.750
P5	CEBOLLIN	6.250
P6	VARIOS O-I	7.250
P7	ALFALFA	20.000
P8	ESPARRAGO	18.000
P9	VID	14.620
P10	FRUTALES	14.125
P11	ALGODON	11.000
P12	SORGO GRANO	7.875
P13	SORGO FORR. TEM	9.750
P14	SORGO FORR. TAR	9.750
P15	MAIZ	6.250
P16	AJONJOLI	5.250
P17	SOYA	7.500
P18	VARIOS P-V	7.500

FUENTE: Calculado a partir de datos de los informes del plan de riegos del DDR 002

3.3.5. Representación matemática de los modelos

Se incluyen 4 representaciones iniciales: Sistema gravedad, pozos federales, pozos particulares y total del distrito. Son iniciales porque las salidas de resultados se trabajan además con otros coeficientes cambiando ingreso neto y variando también los coeficientes de las restricciones en cuanto a capital y cantidad de agua por hectárea; estos cambios se especificarán en los resultados.

a) Representación matemática

Función objetivo: Maximizar la utilidad

Modelo 1, Sistema gravedad

$$\begin{aligned} \text{MAX: } & 1042.81 P_1 + 148.17 P_2 + 650.83 P_3 + 560.75 P_4 + \\ & 7896.76 P_5 + 7326.13 P_6 + 2373.79 P_7 + 4054.13 P_8 + \\ & 7029.96 P_9 + 2700.85 P_{10} + 465.56 P_{11} + 212.97 P_{12} + \\ & 227.66 P_{13} + 389.66 P_{14} + 298.40 P_{15} + 703.42 P_{16} + 346.31 \\ & P_{17} + 6593.06 P_{18} \end{aligned}$$

SUJETO A:

Superficie:

$$\begin{aligned} & P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + \\ & P_{11} + P_{12} + P_{13} + P_{14} + P_{15} + P_{16} + P_{17} + P_{18} \leq \\ & 145,025 \end{aligned}$$

Ha

Agua:

$$7.640 P1 + 6.466 P2 + 8.660 P3 + 8.045 P4 + 9.628 P5 + 7.405 P6 + 17.743 P7 + 14.949 P8 + 15.320 P9 + 13.381 P10 + 12.784 P11 + 10.930 P12 + 10.025 P13 + 5.512 P14 + 8.482 P15 + 7.171 P16 + 9.00 P17 + 7.787 P18 \leq 1,479,802 \text{ miles de metros cúbicos}$$

Mano de obra:

$$12.19 P1 + 8.04 P2 + 8.77 P3 + 8.00 P4 + 210.00 P5 + 79.00 P6 + 20.00 P7 + 64.00 P8 + 125.00 P9 + 90.00 P10 + 14.90 P11 + 16.21 P12 + 10.12 P13 + 10.12 P14 + 16.75 P15 + 20.00 P16 + 11.63 P17 + 95.25 P18 \leq 3,872,057 \text{ Jornales}$$

Capital:

$$412.255 P1 + 721.256 P2 + 799.961 P3 + 450.65 P4 + 4405.8 P5 + 1917.36 P6 + 551.21 P7 + 4405.8 P8 + 2063.755 P9 + 2549.149 P10 + 2334.437 P11 + 587.022 P12 + 570.34 P13 + 570.34 P14 + 751.598 P15 + 496.573 P16 + 611.299 P17 + 2181.93 P18 \leq 188,672,718 \text{ Miles de pesos}$$

b) Modelo 2, Sistema Pozos federales

$$\begin{array}{l} \text{MAX: } 1042.81 P1 + 148.17 P2 + 650.83 P3 + 560.75 P4 + \\ 7896.76 P5 + 7326.13 P6 + 2373.79 P7 + 4054.13 P8 + \\ 7029.96 P9 + 2700.85 P10 + 465.56 P11 + 212.97 P12 + \\ 227.66 P13 + 389.66 P14 + 298.40 P15 + 703.42 P16 + 346.31 \\ P17 \qquad \qquad \qquad + \qquad \qquad \qquad 6593.06 \qquad \qquad \qquad P18 \end{array}$$

SUJETO A:

Superficie:

$$P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9 + P10 \\ + P11 + P12 + P13 + P14 + P15 + P16 + P17 + P18 \leq \\ 46,544 \text{ Ha}$$

Agua:

$$7.254 P1 + 10.012 P2 + 10.366 P3 + 9.905 P4 + 9.985 \\ P5 + 9.102 P6 + 22.022 P7 + 16.327 P8 + 23.461 P9 + \\ 16.336 P10 + 14.311 P11 + 9.695 P12 + 15.468 P13 + \\ P14 + 13.588 P15 + 7.879 P16 + 15.000 P17 + 8.353 \\ P18 \leq 613,673 \text{ miles de metros cúbicos}$$

Mano de obra:

$$12.19 P1 + 8.04 P2 + 8.77 P3 + 8.00 P4 + 210.00 P5 \\ + 79.00 P6 + 20.00 P7 + 64.00 P8 + 125.00 P9 + \\ 90.00 P10 + 14.90 P11 + 16.21 P12 + 10.12 P13 + \\ 10.12 P14 + 16.75 P15 + 20.00 P16 + 11.63 P17 + \\ 95.25 P18 \leq 1,246,689 \text{ Jornales}$$

Capital:

$$412.255 P1 + 721.256 P2 + 799.961 P3 + 450.65 P4 + \\ 4405.8 P5 + 1917.36 P6 + 551.21 P7 + 4405.8 P8 + \\ 2063.755 P9 + 2549.149 P10 + 2334.437 P11 + 587.022 \\ P12 + 570.34 P13 + 570.34 P14 + 751.598 P15 + \\ 496.573 P16 + 611.299 P17 + 2181.93 P18 \leq \\ 77,256,146 \text{ Miles de pesos}$$

Modelo 3, Sistema Pozos Particulares

MAX: 1042.81 P1 + 148.17 P2 + 650.83 P3 + 560.75 P4 +
7896.76 P5 + 7326.13 P6 + 2373.79 P7 + 4054.13 P8 +
7029.96 P9 + 2700.85 P10 + 465.56 P11 + 212.97 P12 +
227.66 P13 + 389.66 P14 + 298.40 P15 + 703.42 P16 + 346.31
P17 + 6593.06 P18

SUJETO

A:

Superficie:

P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9 + P10
+ P11 + P12 + P13 + P14 + P15 + P16 + P17 + P18 ≤
19,711 Ha

Agua:

6.935 P1 + 7.674 P2 + 8.752 P3 + 10.316 P4 + 9.447
P5 + 7.407 P6 + 19.504 P7 + 14.982 P8 + 10.189 P9 +
10.548 P10 + 10.903 P11 + 9.342 P12 + 8.583 P13 +
25.00 P14 + 8.037 P15 + 6.118 P16 + 10.364 P17 +
65.37 P18 ≤ 214,535 miles de metros cúbicos

Mano de obra:

12.19 P1 + 8.04 P2 + 8.77 P3 + 8.00 P4 + 210.00 P5
+ 79.00 P6 + 20.00 P7 + 64.00 P8 + 125.00 P9 +
90.00 P10 + 14.90 P11 + 16.21 P12 + 10.12 P13 +
10.12 P14 + 16.75 P15 + 20.00 P16 + 11.63 P17 +
95.25 P18 ≤ 526,268 Jornales

Capital:

$$\begin{aligned} &412.255 P1 + 721.256 P2 + 799.961 P3 + 450.65 P4 + \\ &4405.8 P5 + 1917.36 P6 + 551.21 P7 + 4405.8 P8 + \\ &2063.755 P9 + 2549.149 P10 + 2334.437 P11 + 587.022 \\ &P12 + 570.34 P13 + 570.34 P14 + 751.598 P15 + \\ &496.573 P16 + 611.299 P17 + 2181.93 P18 \leq \\ &35,181,077 \text{ Miles de pesos} \end{aligned}$$

d) Modelo 4, Total del Distrito

$$\begin{aligned} \text{MAX: } &1042.81 P1 + 148.17 P2 + 650.83 P3 + 560.75 P4 + \\ &7896.76 P5 + 7326.13 P6 + 2373.79 P7 + 4054.13 P8 + \\ &7029.96 P9 + 2700.85 P10 + 465.56 P11 + 212.97 P12 + \\ &227.66 P13 + 389.66 P14 + 298.40 P15 + 703.42 P16 + 346.31 \\ &P17 + 6593.06 P18 \end{aligned}$$

SUJETO

A:

Superficie:

$$\begin{aligned} &P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9 + P10 \\ &+ P11 + P12 + P13 + P14 + P15 + P16 + P17 + P18 \leq \\ &211,280 \text{ Has} \end{aligned}$$

Agua:

$$\begin{aligned} &7.276 P1 + 8.506 P2 + 9.259 P3 + 9.422 P4 + 9.628 \\ &P5 + 7.970 P6 + 19.756 P7 + 15.419 P8 + 16.323 P9 + \\ &13.421 P10 + 12.666 P11 + 9.989 P12 + 11.358 P13 + \\ &7.369 P14 + 10.035 P15 + 7.056 P16 + 11.454 P17 + \\ &7.559 P18 \leq 2,308,010 \text{ miles de metros cúbicos} \end{aligned}$$

Mano de obra:

12.19 P1 + 8.04 P2 + 8.77 P3 + 8.00 P4 + 210.00 P5
+ 79.00 P6 + 20.00 P7 + 64.00 P8 + 125.00 P9 +
90.00 P10 + 14.90 P11 + 16.21 P12 + 10.12 P13 +
10.12 P14 + 16.75 P15 + 20.00 P16 + 11.63 P17 +
95.25 P18 $\leq$ 5,641,015 Jornales

Capital:

412.255 P1 + 721.256 P2 + 799.961 P3 + 450.65 P4 +
4405.8 P5 + 1917.36 P6 + 551.21 P7 + 4405.8 P8 +
2063.755 P9 + 2549.149 P10 + 2334.437 P11 + 587.022
P12 + 570.34 P13 + 570.34 P14 + 751.598 P15 +
496.573 P16 + 611.299 P17 + 2181.93 P18 $\leq$
301,109,941 Miles de pesos

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Como se trabajaron con tres modelos y sus modificaciones (precios netos, precios netos más incrementos en la eficiencia parcelaria), es claro que se encontraron diferencias en el patrón de cultivos reflejándose en el valor de la función objetivo (ingreso neto).

La salida de la computadora nos indicará cual es el valor óptimo o sea el máximo ingreso neto, por lo cual sera éste valor más alto el que nos ayude a seleccionar el patrón óptimo.

Las actividades seleccionadas nos señala el conjunto de cultivos que forman el patrón optimo para cada modelo.

El costo reducido o precio sombra de las actividades seleccionadas tendrán un valor de cero, y las que no lo fueron es diferente de cero, el cual muestra en cuanto disminuiría el valor de la función objetivo si ésta es forzada a intervenir en el patrón de cultivos con una unidad de producción y cosecha.

De otra forma el precio sombra de las actividades manifiestan en cuanto debería aumentar la utilidad de una actividad para que pudiera entrar en la solución ó sea seleccionada.

Es este sentido también se indica la cantidad de recursos utilizados que requiere el patrón obtenido, y su precio sombra o precio dual del recurso señalará a los recursos

abundantes o que sobran con valor de cero, mientras que los que se agotan tendra su precio sombra; un valor diferente de cero positivo identificando con ello al recurso escaso.

4.1. Resultados en el Sistema de Gravedad

4.1.1. Análisis con la eficiencia reportada y costos sin incluir interés

Cuando el modelo se trabaja con costos de cultivo sin incluir intereses y con eficiencias normales (las reportadas por el distrito), se observa que solo dos cultivos entran en la solución, (cuadro 44, salida 1), alfalfa con 70,382 hectáreas y varios de O-I con 31,194 hectáreas, ocupando estos cultivos el 70.04% de la superficie del sistema de gravedad; el valor de la función es de 395,612,300 miles de pesos corrientes, (pesos para el año agrícola 1987-1988), el cultivo con más posibilidades de entrar al patrón sería cártamo ya que tiene un precio sombra menor que los demás cultivos, y por el lado de los recursos los más escasos son agua y mano de obra al tener precios sombra de 32.71 y 89.66 miles de pesos respectivamente. Lo que significa que si se contara y se usa una unidad más de agua, el valor de la función objetivo aumenta en 32.71 miles de pesos y para el caso de la mano de obra, el valor de la función podría aumentar en 89.66 miles de pesos al disponer de una unidad más.

Como el precio sombra del agua es mayor que el costo actual, que es de \$ 1001.00 por mil litros de agua, al productor le

conviene comprar o pagar por más agua en este caso, ya que al descontarle \$ 1001.00 a \$ 32710.00, le queda de utilidad \$ 31709.00 por cada unidad adicional que utilice, reflejándose en un aumento en el valor de la función.

Aunque el ingreso neto es el más atractivo de todas las salidas del modelo en el sistema (cuadro 44), este patrón no conviene al Distrito por ser sólo dos cultivos que no tendrían mercado suficiente y se incurre en altos riesgos por la incidencia de plagas y/o enfermedades, además de que no todos los productores tienen gusto por sembrar y cultivar estas especies.

4.1.2. Análisis con incremento de eficiencia de riego al 80%

En el mismo modelo pero cambiando los coeficientes técnicos relacionados al agua, o sea incluyendo un aumento de eficiencia de riego parcelario al 80% para todos los cultivos, resultan cuatro cultivos: alfalfa, vid, varios de O-I y varios de P-V, (cuadro 44, salida 4). El momento del ingreso neto es de 310,636,200 miles de pesos, menor que el resultante de la corrida 1, pero se aumenta el número de cultivos seleccionados, pero aunque son más cultivos, la tierra cultivada sólo llega al 57.55% del sistema de gravedad que son 145,025 hectáreas. El cártamo es el cultivo que sigue teniendo el menor costo reducido o sea con más probabilidad de ingresar al patrón si su precio neto o utilidad se incrementara en 187.25 miles de pesos. Los recursos más

escasos también son agua y mano de obra, ya que tienen precios sombra de 70.72 y 47.96 miles de pesos para cada uno.

En esta corrida 4 o salida del modelo 1, se reduce la superficie utilizada ya que se introdujo restricciones de superficie para las actividades P5= cebollín, P6= varios de O-I, P8= espárrago y P18= varios de P-V; estas restricciones obedecen a que es este sistema de gravedad (regado por el Río Colorado), según estimaciones de técnicos es lo máximo que se puede sembrar ya que el producto obtenido en ésta superficie tiene el mercado asegurado, ya que son cultivos para exportación.

Aún así los cultivos como cebollín y espárrago no aparecen en plan de actividades sino que se seleccionan varios de O-I, de P-V, alfalfa, vid. Estos dos últimos se comportan muy competitivos contra cultivos de exportación, como se restringió varios de O-I, a sólo 5,085 ha, por lo tanto entran varios de P-V limitado a 3,321 ha, en su restricción y muy a pesar de que se inserta el incremento de riego parcelario, aparecen cultivos muy consumidores de agua (alfalfa y vid). Por lo mismo, al haber más recurso hidrico pudieron entrar en la solución compitiendo con otros que requerían menos agua pero más mano de obra, caso cebollín por ejemplo.

Hasta esta salida persisten los cultivos que tienen una utilidad inicial mayor que la de los cultivos básicos, y la

superficie señalada en la solución no es convincente ya que por un lado no se logra sembrar un 42.45% de la superficie y no es posible explotar 59,332 ha de alfalfa porque sobrepasa el autoconsumo de la zona, que se cumplen con lo producido en 11,154 ha, ni tampoco establecer 15,738 ha, de vid, porque no producen en un mismo año agrícola y en el área sólo se tienen 765 ha de vid en producción.

4.1.3. Análisis con incremento de eficiencia de riego y costo incluyendo interés

Como se indicó al principio de este apartado se trabajó con un modelo por zona y sus modificaciones, una de estas se estableció en los precios netos, usando costos de cultivo sin interés que necesariamente eleva el "ingreso neto" y costos incluyendo intereses por el dinero prestado que obligadamente reduce la utilidad por actividad o ingreso neto de la función, esto obedecio a que trabajando con costos más interés, varios cultivos entre ellos maíz, cebada y sorgo grano con los datos disponibles no tienen utilidad alguna sino al contrario resultan con pérdidas, y como en programación lineal no se trabaja con condiciones de negatividad, se le asignó la unidad como utilidad. En cambio cuando no incluimos interés si se reporta una utilidad por hectárea, por lo anterior es de esperarse que no aparezcan en la solución los cultivos antes mencionados.

Trabajando con costos más interes, y aumento de eficiencia parcelaria al 80%, se observa que el valor de la función

objetivo o ingreso neto es de 310 121 100 miles de pesos, (cuadro 44, salida 8), los cultivos forman un patrón más diversificado, siendo ellos: cebollín, varios de O-I, alfalfa, espárrago, vid, algodón y varios de P-V que representan un 65% de la superficie disponible en el sistema, resultando ser la tierra el recurso sobrante como es obvio.

Cuatro de los cultivos son obligados a formar parte del patrón por el mismo signo de su restricción (=), por que son productos que año con año se han sembrado tiene una alta utilidad y un mercado seguro.

El cultivo o actividad que tiene menor costo reducido o precio sombra sigue siendo cártamo, seguido por Rye grass y ajonjolí, en tercer lugar; con 344.74, 817.43 y 913.66 miles de pesos respectivamente, y en el aspecto de recursos, sobrando 49,875 ha, con un precio sombra o precio dual igual a cero, agotándose el agua con 51.67 miles de pesos de precio sombra, 25.00 para mano de obra y 0.742 miles de pesos para el capital o crédito necesario para desarrollar las actividades, siendo el agua el recurso más escaso.

Tal parece que existe una contradicción pues cuando el sistema cuenta con más agua por aumento de eficiencia de riego, el recurso más limitante de los escasos es el agua, lo que aparentemente sucede es que como se dispone de más agua por no competir los básicos, por la alta utilidad de los forrajes (alfalfa), y por la obligatoriedad de la restricción

a los cultivos de exportación, se hace posible que se seleccionen cultivos con alta demanda de agua y con alta utilidad neta por hectárea. Tal es el caso de algodón que entra en la solución solo cuando se maneja con datos comercializándose al mercado internacional como en esta salida.

Si se quisiera que entrara en la solución un básico como maíz, éste tendría que aumentar su utilidad por hectárea en 913.66 miles de pesos que es su costo reducido o precio sombra, y como tiene un precio neto inicial de 429.57 miles de pesos, en realidad su precio neto dentro de la función, debería ser 2,040.76 miles de pesos.

En este sistema de gravedad el incremento de la eficiencia del riego parcelario implica que en igual de gastarse 1,479.802 millones de metros cúbicos de agua en el riego parcelario, se deberían gastar 1,363.576 millones de metros cúbicos, ahorrándose 116.225 millones de metros cúbicos que aplicándole a este volumen una misma eficiencia del 80%, sería un volumen de 92.982 millones de metros cúbicos realmente disponibles que serviría para regar 14,877 ha, de maíz u otros equivalentes como: 13,524 ha de trigo 8,453 ha de algodón, ó 11,807 ha de sorgo, etc., debe aclararse que el ahorro de agua no se le eliminó al nivel de la disponibilidad del sistema, sólo se cambiaron los coeficientes técnicos del agua necesaria (lámina neta) por hectárea.

Para este sistema el patrón que más conviene por su diversificación y pórque usa los recursos más adecuadamente resulta ser el señalado en la salida 8, pórque el primer patrón es muy difícil de establecerse y el segundo tiene la desventaja de la escasa diversificación.

CUADRO 44. RESULTADOS EN EL SISTEMA GRAVEDAD

SALIDA No.	RESTRIC CIONES	SIGNO	VALOR MILES DE \$	FUNCION	ACTIVIDAD CULTIVOS	UNIDADES SUP. HAS.	REC.SOBRA
1	A,T,MO,C		395612300		VARIOS O-I	31194	T,C
					ALFALFA	70382	
2	A,T,MO,C	<=	349391600		CARTAMO	53581	C
	P5,P6,P8				VARIOS	5085	
	P18				ALFALFA	75036	
3	A,T,MO,C	=	314126200		VARIOS P-V	3321	T,C
	P5,P6,P8				CEBOLLIN	2384	
	P18				VARIOS O-I	5085	
					ALFALFA	68702	
					ESPARRAGO	2470	
					VID	8969	
					VARIOS P-V	3321	
4	A,T,MO,C	<=	310636200		VARIOS O-I	5085	T,C
	P5,P6,P8				ALFALFA	59332	
	P18				VID	15738	
					VARIOS P-V	3321	
5	A,T,MO,C	=	303680200		CEBOLLIN	2384	T,C
	P5,P6,P8				VARIOS O-I	5085	
	P18				ALFALFA	60334	
					ESPARRAGO	2470	
					VID	10308	
					VARIOS P-V	3321	
6 CR	A,T,MO,C	<=	301101200		VARIOS O-I	5085	T,A
	P5,P6,P8				ALFALFA	11154	
	P7,P18				VID	19257	
					ALGODON	35150	
					VARIOS P-V	3321	
7 CR	A,T,MO,C	<=	328255800		VARIOS O-I	5085	T
	P5,P6,P8				ALFALFA	47080	
	P18				VID	14643	
					ALGODON	31006	
					VARIOS P-V	3321	
8 CR	A,T,MO,C	=	310121100		CEBOLLIN	2384	T
	P5,P6,P8				VARIOS O-I	5085	
	P18				ALFALFA	46950	
					ESPARRAGO	2470	
					VID	9460	
					ALGODON	25531	
					VARIOS P-V	3321	

CUADRO 44. CONTINUACION

SALIDA No.	RESTRIC CIONES	SIGNO	VALOR MILES DE \$	FUNCION	ACTIVIDAD CULTIVOS	UNIDADES SUP. HAS.	REC.SOBRA
9 CR	A,T,MO,C P5,P6,P8 P7,P18	=	279674200		CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO VID ALGODON VARIOS P-V	2384 5085 11154 2470 14580 30178 3321	TA

FUENTE: Elaborado con base en los resultados arrojados por la microcomputadora.

4.2. Resultados de Pozos Federales

4.2.1. Análisis con la eficiencia reportada y costos sin incluir intereses

El modelo 2, corresponde a la zona de pozos federales. Los resultados de la salida 1, (cuadro 45), indican que el valor de la función objetivo es de 115,360,800 miles de pesos. Sólomente se seleccionan tres cultivos, varios de O-I, alfalfa y varios de P-V, cuya superficie sembrada representa el 70.7% del total de este sistema que son 46,544 has, por lo tanto tierra es el recurso abundante con un precio sombra de cero. En cambio se agotan los demás recursos con precios sombra de 48.35 para agua, 62.65 para mano de obra y 0.100 miles de pesos para capital, señalando con esto que el más escaso de los agotados viene siendo el agua.

Sobre el costo reducido o precio sombra de las actividades o cultivos, el más alto le corresponde a cebollín y el más bajo es para cártamo con 113.48 miles de pesos, que es el valor en el cual se debería incrementar la utilidad inicial para que esta actividad pudiera ser seleccionada, estos resultados son muy similares a los encontrados en el modelo 1, sistema gravedad, salida 1 (Cuadro 44).

El patrón formado por alfalfa y varios de O-I y de P-V, provocaría una sobre oferta de alfalfa lo cual obligaría a bajar los precios medios rurales y la producción extra lograda en varios, se tendría que destinar al mercado nacional donde los productores no obtienen el mismo precio

que cuando venden al exterior su producto.

4.2.2. Análisis con incremento de eficiencia de riego al 80%

Aumentar la eficiencia de riego parcelario en este sistema significa el de disponer de 147.883 millones de m³ en forma extraordinaria y que aplicándole nuevamente una pérdida del 20% en la aplicación del riego, significa realmente un volumen de 118,307 millones de metros cúbicos disponibles, que se expresan en los nuevos coeficientes (cuadro 43), con los que corrió este modelo.

La salida 4, (Cuadro 44), destaca un valor de función o ingreso de 107,073,600 miles de pesos. Este valor está dado cuando restringimos en superficie a las actividades P5, P6, P8 y P18; resultando un patrón formado por alfalfa con 26,777 ha, 4,443 ha, de vid, 954 ha, de varios de O-I y 801 ha, de varios de P-V.

La superficie ocupada por este patrón son 32,975 ha, que representan el 70.84% de total de sistema de bombeo pozos federales, diferenciándose de la corrida 1, en que ingresa vid al ser seleccionada y bajan la superficies de los cultivos de hortalizas agrupados en varios, además de que el valor de la función disminuye.

Los cultivos con menor costo reducido son cártamo con 187.25, trigo con 256.05 y espárrago con 288.81 y algodón 1,027.10 miles de pesos entre otros, lo que significa que:

Si quisiéramos que el trigo formase parte del patrón tendría que aumentar su utilidad inicial en 256.05 miles de pesos, debiendo de tener 906.85 miles de pesos de precio neto, ó que si lo obligamos a entrar la función disminuye en una cantidad igual al precio sombra o costo reducido, y, por el lado de algodón que si la venta es a mercado nacional (precios medios rurales), por cada hectárea que se sembrase, se perderían 1,027.10 miles de pesos.

Los recursos más escasos son agua y mano de obra con precios sombras de 70.72 y 47.96 miles de pesos para cada uno, sobrando los recursos tierra y capital, por lo cual éstos pueden incrementarse infinitamente y el valor de la función no cambia pero sólo puede disminuir o decrementarse una cantidad igual a la que no es utilizada.

Las desventajas de este tipo de patrones radica en que al no estar diversificado, se corren más riesgos de pérdidas por siniestros, y que presiona mucho sobre el tipo de productor, ya que no cualquier agricultor podrá dedicarse a producir frutales u hortalizas para exportación o alfalfa, pues estos cultivos están limitados por tipo de suelo, infraestructura que requieren, espera larga para recibir utilidades, apoyo de organizaciones, conocimiento de mercados, y enfrentarse a la competencia local.

4.2.3. Análisis con incremento de eficiencia de riego y costos incluyendo interés

Los resultados de este apartado se trabajaron con incrementos en la eficiencia de riego y costos de cultivo incluyendo interes, como la explicación del porqué se trabajó de esta manera ya se hizo, la obviaremos de aquí en adelante.

En la salida 8 (cuadro 45), se observa un valor de la función objetivo o del ingreso neto del modelo de 118,105,000 miles de pesos, como se hicieron restricciones de igualdad a diversos cultivos como P5=815 ha, P6=954 ha, P8=571 ha, y P18=801, es de esperarse que estos cultivos sean seleccionados, la restricción se utilizó porque son especies o productos cautivos de mercado asegurado y la producción obtenida tiene una venta directa al exterior y por otro lado se indica que no pueden expandirse más mientras no aseguren el mercado. Por lo anterior el patrón de cultivos lo forman cebollín con 815 ha, 954 ha, de varios O-I, 19 387 ha, de alfalfa, 571 ha, de espárrago, 2169 de vid, 15 060 ha, de algodón y 801 ha, de varios P-V, siendo los cultivos que ingresan algodón vid y espárrago.

La superficie que ocupa este patrón es de 39,757 has, lo que significa el 85.41% del total del sistema pozos federales que tienen un total de 46,544 ha.

El cultivo con menor precio sombra es cártamo con 344.74 miles de pesos, seguido por rye grass y ajonjolí.

Para el caso de trigo y maíz sus precios sombra de 817.43 y 1611.19 miles de pesos respectivamente.

Manifestando así que si forzamos a que se cultive y coseche una hectárea de trigo en este modelo, la función se reduciría en 817.43 miles de pesos y si forzamos una hectárea de maíz, la función se disminuye en 1,611.19 miles de pesos.

En esta ocasión el recurso que sobra es la tierra, que tiene un precio sombra de cero, utilizándose los demás recursos en su totalidad, pues tienen precios duales de 51.67 para agua, 25.00 para mano de obra y 0.742 miles de pesos para el capital. Lo anterior significa que sí se usara una unidad más de agua, el valor de la función o ingreso neto se aumenta en una cantidad igual al de su precio sombra.

Dentro del patrón de cultivos que se selecciona clamamente se nota que son cultivos en su mayoría para el mercado internacional, donde se tiene un mercado más seguro y precios que pueden beneficiar al productor.

De los tres patrones analizados el que más conviene por el valor de la función, o ingreso neto, para la diversidad de cultivos y por el uso de recursos sería aparentemente el último analizado.

CUADRO 45. RESULTADOS EN POZOS FEDERALES

SALIDA No.	RESTRIC CIONES	SIGNO	VALOR MILES DE \$	FUNCION	ACTIVIDAD CULTIVOS	UNIDADES SUP. HAS.	REC.SOBRA
1	T,A,MO,C		115360800		VARIOS O-I ALFALFA	2686 24612	T
2	T,A,MO,C = P5,P6,P8 P18	=	99529490		VARIOS P-V CARTAMO CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO VID VARIOS P-V	5650 25591 815 954 15762 571 2048 801	C
3	T,A,MO,C		118492400		VARIOS O-I ALFALFA VARIOS P-V	2669 27810 4993	T
4	T,A,MO,C <= P5,P6,P8 P18	<=	107073600		VARIOS O-I ALFALFA VID VARIOS P-V	954 26777 4443 801	T,C
5	T,A,MO,C = P5,P6,P8 P18	=	104774600		CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO VID VARIOS P-V	815 954 27282 571 2701 801	T,C
6	CR T,A,MO,C <= P5,P6,P8 P18	<=	123175800		VARIOS O-I ALFALFA VID ALGODON VARIOS P-V	954 18154 3862 16450 801	T
7	CR T,A,MO,C <= P5,P6,P7 P8,P18	<=	110558600		VARIOS O-I ALFALFA VID ALGODON VARIOS P-V	954 3320 6006 18375 801	T,A
8	CR T,A,MO,C = P5,P6,P8 P18	=	118105000		CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO VID ALGODON VARIOS P-V	815 954 19387 571 2169 15060 801	T

CUADRO 45. CONTINUACION

SALIDA No.	RESTRIC CIONES	SIGNO	VALOR MILES DE \$	FUNCION CULTIVOS	ACTIVIDAD	UNIDADES SUP. HAS.	REC.SOBRA
9	CR T,A,MO,C P5,P6,P7 P8,P18	=	104438800	CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO VID ALGODON VARIOS P-V	815 954 3320 571 4491 17146 801	T,A	

FUENTE: Elaborado con base en los resultados arrojados por la microcomputadora.

4.3 Resultados de pozos particulares

4.3.1. Análisis con eficiencia reportada y costo sin incluir interés

Observando la salida 1, (cuadro 46), el valor de la función objetivo es de 53,667 920 miles de pesos, y los cultivos seleccionados son varios de O-I con una superficie de 4,289 ha, y alfalfa con 9,370 ha, el área ocupada por estos dos cultivos representa el 69.29% del total del sistema de bombeo pozos particulares que son 19,711 ha.

Los precios sombra de las actividades o cultivos son de cero para los que forman el patrón, y los que estuvieron próximos a ser seleccionados tiene un valor mayor de cero; dentro de éstos se encuentran cártamo con 258.18 y trigo con 395.95 miles de pesos.

Los recursos sobrantes con precio sombra de cero son tierra y capital; y siguen manifestandose el agua como recurso escaso con un precio de 29.44 miles de pesos y mano de obra con precio sombra de 89.97 miles de pesos.

Esta salida 1, al igual que las demás de los sistemas anteriores, manifiesta un patrón de cultivos poco variado ó diversificado que agota rapidamente los recursos, agua y mano de obra, ya que uno de ellos requiere fuertes cantidades de agua (alfalfa), y el otro demanda para su cultivo mucha mano de obra (varios de O-I).

Este tipo de patrones no convienen al sistema de pozos particulares, porque implica dejar de sembrar 6,052 has, provocando con ello conflictos entre los productos ya que cuando menos implica que cada agricultor deje de sembrar una buena parte de su parcela y esto es lo que menos debe hacer. Esto se ha manifestado con los volúmenes extra que han extraído de la zona de pozos en años anteriores, cuando el agua se ha indicado que es escasa, corriendo riesgos de que se abata el manto acuífero.

4.3.2. Análisis con incremento de eficiencia de riego al 80%

En el sistema de bombeo pozos particulares, el incremento de la eficiencia del riego parcelario representa un ahorro de agua de 4.575 millones de m³, ya que el gasto normal es de 214.535 millones y aplicándole la eficiencia del 80% a los diversos cultivos del sistema, sólo se requiere 209.959 millones de m³. El volumen que se dispone por efecto de eficiencia, permitiría regar por ejemplo: 418 ha, de trigo ó 455 ha, de maíz, ya con el 80% de eficiencia de riego parcelario.

Lo anterior significa que aunque se tenga una cantidad de la restricción de agua, el volumen del recurso aumenta ya que las cantidades de agua utilizadas por los cultivos por hectárea disminuyen.

Dicho esto, en la salida 4, (cuadro 46), se anota un valor

para la función de 43,343,550 miles de pesos, que resulta menor que en la salida 1, y otra diferencia se encuentra en el patrón seleccionado.

Aunque se hicieron restricciones de superficie a cultivos como el cebollín, varios de O-I, espárrago y varios de P-V, el patrón resultante fue: varios de O-I con una superficie de 772 ha, alfalfa 8822 ha, vid 2001 ha, y varios de O-I con 406 ha, siendo alfalfa y vid cultivos que entraron libremente.

La superficie ocupada por este patrón son 12,001 ha, que abarca el 60% de la superficie total del sistema.

Los cultivos que tienen menor precio sombra corresponden a cártamo con 187.25 miles de pesos, trigo con 256.05 y espárrago con 288.81 miles de pesos entre otros.

Por el número de cultivos, este patrón representa el 22.22% del patrón utilizado en el año 1987-1988, reduciéndose de dieciocho a sólo cuatro.

Al ocupar solo el 60% de superficie, claro es que un recurso sobrante de cero al igual que el recurso capital, y el recurso agua si como la mano de obra tienen precios sombra de 70.72 y 47.96 miles de pesos respectivamente.

Comparando las salidas 1 y 4, se observa que por valor de función o ingreso, conviene el patrón de la salida 1, así como por la superficie cultivada, existiendo la conveniencia del reducido número de cultivos que son dos para la salida 1,

y cuatro para la salida 4; y , en cuanto al uso de recursos, a pesar que en la salida 4 son más cultivos, los recursos sobrantes son mayores en cantidad (tierra y capital), porque los cultivos de la salida 4 agotan más rápidamente los recursos agua y mano de obra.

4.3.3. Análisis con incremento de eficiencia de riego y costo incluyendo interés

Se debe aclarar que en estos resultados se incluyó el precio neto para el cultivo de algodón cuando éste se vende al comercio internacional, (cuadro A43), con un tipo de cambio de \$2,281.00 por dólar, los demás precios netos están calculados con costos de producción incluyendo las tasas de interés cobradas por el banco de crédito rural de la zona y para el año agrícola 1987-1988.

Al observar la salida 8, (cuadro 46), la cantidad del ingreso es de 44,667,810 miles de pesos, obedeciendo a un patrón de cultivos formado por seis cultivos: cebollín 871 ha, varios de O-I 772 ha, alfalfa 4514 ha, espárrago 903 ha, algodón 6,417 ha, y varios de P-V 406 ha. Este patrón resulta debido a que se introdujeron restricciones de igualdad para superficie en cultivos como cebollín, varios de O-I, espárrago y varios de P-V, ya que son cultivos de exportación y la superficie restringida es la que se ha sembrado como promedio durante varios ciclos en el sistema de pozos particulares, cuya producción se destina al comercio exterior

y que en su mayoría median contratos preestablecidos.

Sólo entraron en forma libre al patrón o plan de actividades, los cultivos de alfalfa y algodón .

En este caso la superficie ocupada por el patrón es de 13 883 ha, que equivale al 70.43% de la superficie del sistema y al 33.33% por el número de cultivos.

Los cultivos seleccionados al entrar en la solución tienen un precio sombra de cero y el que más se aproximó tiene precio sombra de 493.08 miles de pesos que fue cártamo.

Los recursos que sobran fueron tierra con 5,827 ha, y de agua 23.123 millones de m³, siendo mano de obra y capital los recursos que se agotan con 80.28 y 0.651 miles de pesos como precios sombra para cada uno.

Tal parece, con estos resultados, que cuando se tienen incrementos de eficiencia de riego parcelario en los supuestos así como la restricción de superficie en cultivos de exportación excepto algodón, el modelo minimiza el gasto de agua aplicada en el riego, implicando que el sistema debe dejar de bombear los 23.123 millones de m³, mucho más que lo que se trata de ahorrar por eficiencia en el riego parcelario. Claro está que bajo el patrón señalado que restringe la superficie regada, al utilizarse las cantidades disponibles de mano de obra y capital que son altamente requeridos.

CUADRO 46. RESULTADOS EN POZOS PARTICULARES

SALIDA No.	RESTRIC CIONES	SIGNO	VALOR MILES DE \$	FUNCION	ACTIVIDADES CULTIVOS	UNIDADES SUP. HAS.	REC.SOBRA
1	T,A,MO,C		53667920		VARIOS O-I ALFALFA	4289 9370	T,C
2	T,A,MO,C P5,P6,P8 P18	<=	43764620		VARIOS O-I ALFALFA VID	772 9560 2190	T,C
3	T,A,MO,C P5,P6,P8 P18	=	39484820		CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO VID	871 772 8132 903 185	T,C
4	T,A,MO,C P5,P6,P8 P18	<=	43343550		VARIOS P-V VARIOS O-I ALFALFA VID	406 772 8822 2001	
5	T,A,MO,C		53523200		VARIOS P-V VARIOS O-I ALFALFA	406 4359 9091	T,C
6	T,A,MO,C P5,P6,P8 P18	=	40801990		CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO VID	871 772 9187 903 17	T,C
7	CR T,A,MO,C P5,P6,P8 P18	<=	52490660		VARIOS P-V VARIOS O-I ALFALFA VID ALGODON	406 772 4504 1710 8236	T
8	CR T,A,MO,C P5,P6,P8 P18	=	44667810		VARIOS P-V CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO ALGODON	406 871 772 4512 903 6417	T,A
9	CR T,A,MO,C P5,P6,P7 P8,P18	<=	50446900		VARIOS P-V VARIOS O-I ALFALFA VID ALGODON VARIOS P-V	406 2102 2057 8547 406	T,A

CUADRO 46. CONTINUACION

SALIDA No.	RESTRIC CIONES	SIGNO	VALOR MILES DE \$	FUNCION	ACTIVIDADES CULTIVOS	UNIDADES SUP. HAS.	REC.SOBRA
10	CRT,A,MO,T P5,P6,P7 P8,P18	=	42615920		CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO VID ALGODON VARIOS P-V	871 772 2102 903 348 6730 406	T,A

FUENTE: Elaborado con base en los resultados arrojados por la microcomputadora.

4.4. Resultados en el Total del Distrito

Dentro de este modelo, por tratarse del total de distrito, los datos que se introdujeron son los mismos que para los sistemas de gravedad pozos federales y pozos particulares, excepto en lo relacionado con los coeficientes técnicos de agua requeridos por cultivo, independientemente de la superficie sembrada por sistema (cuadro A40).

4.4.1. Análisis con la eficiencia reportada y costos sin incluir interés

Al someter el modelo a la libre operación, se observa en la salida 1, (cuadro 47), que el valor de la función es de 574,009,700 miles de pesos. Los cultivos seleccionados son dos; alfalfa con 98,031 ha y varios de O-I con 46,587 ha, significando el 68.44% de la superficie regada del Distrito.

Los precios sombra de las actividades o cultivos son de cero para los dos cultivos mencionados y diferente de cero (positivo), para los cultivos no seleccionados, ejemplo:

Para cártamo 264.56 miles de pesos, trigo con 407.51 miles de pesos etc., indicando con ello que para entrar en la solución o bajan sus costos de producción o aumentan su productividad por unidad de superficie.

Los recursos que manifiestan un excedente son tierra y capital por lo que como no son escasos tiene un precio sombra de cero y los que se utilizan en su totalidad son agua y mano

de obra con precios duales o sombra de 29.26 y 89.78 miles de pesos para uno y otro, respectivamente.

Este patrón formado por dos cultivos no es recomendable para la zona aunque su ingreso sea alto al compararlo con otras salidas, porque no permite una diversificación de cultivos, existen el riesgo de siniestros y fundamentalmente no se tiene mercado para la producción que se pretende.

4.4.2. Análisis con incremento de eficiencia de riego al 80%

En el distrito de desarrollo el total del agua servida a las parcelas hace un volumen de 2,308.010 millones de m³, cifra que puede disminuir a 2,039.324 millones de m³ cuando se le aplica el incremento hasta un 80% de eficiencia en el riego parcelario en todos los cultivos.

Lo anterior significa que se podría dejar de utilizar un volumen de 268.685 millones de m³, o también equivale a disponer ese volumen extra para regar más superficie, ésto último es lo que se supone en el modelo al incrementar las eficiencias.

Los resultados indicados en la salida 4, (cuadro 47), muestran que el valor de la función objetivo es de 461,053,400 miles de pesos. Los cultivos seleccionados son varios de O-I con 6,811 ha, alfalfa con una superficie de 94,931 ha, vid con 22,184 ha, y varios de P-V con 4,528 ha.

Como se introdujeron restricciones de superficie para

cultivos como cebollín $\leq 4,070$ ha, varios de O-I $\leq 6,811$ ha, espárrago $\leq 3,944$ y varios de P-V $\leq 4,528$ ha, de éstos cultivos los que fueron seleccionados no pudieron rebasar el hectareaje restringido.

Los cultivos que tienen un menor precio sombra positivo fueron cártamo, trigo, espárrago, etc., dentro de los no seleccionados, y los recursos con precios sombra con valor de cero se les imputa a tierra y capital que fueron los recursos abundantes, mientras que los que se agotaron son agua y mano de obra con precios sombra de 70.72 y 47.96 miles de pesos respectivamente ya que resultan ser los escasos.

El patrón de cultivos obtenido en esta salida es muy poco probable de llevarlo a la práctica porque ordena establecer 94,931 ha, de alfalfa y no es posible puesto que es un cultivo que demanda un alto requerimiento de agua, y en el Distrito se ha establecido que este cultivo no debe de rebasar las 16,576 ha; además también indica explotar 22,184 ha de vid, cuando en el Distrito sólo se tienen establecidas 2,112 ha. Esto hace que el patrón propuesto por este modelo no sea aceptado.

4.4.3. Análisis con incremento de eficiencia de riego y costo incluyendo interés

El modelo corrido con costos de operación totales a precios corrientes, lo primero que se nota es que cultivos básicos como trigo y maíz no tienen posibilidad de entrar en el

patrón puesto que al descontar el costo de operación al valor generado por hectárea, no se tienen utilidades sino que al contrario se incurre en pérdidas. Esta situación se presenta también en cebada y sorgo grano, por lo tanto de entrada estos cultivos están descartados del posible patrón, pero están dentro del modelo con una utilidad o precio neto de una unidad simplemente para observar su precio sombra.

La situación anterior y su conjunto se expresa en la salida 8, (cuadro 47), donde el valor de la función o la cantidad del ingreso es de 474,088,900 miles de pesos, ingreso obtenido con un patrón formado por los siguientes cultivos: cebollín 4,070 ha, varios de O-I 6,811 ha, alfalfa 72,257 ha, espárrago 3,944 ha, vid 11,373 ha, algodón 46,827, y varios de P-V 4,528 ha, de ellos cebollín, varios de O-I, espárrago y varios de P-V, se obligaron a entrar a la solución al establecerles una restricción en superficie de igualdad.

Este patrón representa un 70.90% del total disponible de la superficie y alfalfa equivale al 48.23% del patrón propuesto.

Los cultivos básicos resultaron con precios sombra de 1,144.80 miles de pesos para trigo y 1,611.19 miles de pesos para maíz, persistiendo cártamo como el cultivo que tiene el menor precio sombra siendo de 344.74 miles de pesos.

Dentro de los recursos el único que tiene precio sombra de cero es la tierra pues es el que sobra, considerándose en este caso abundante y para el resto sus precios son: 51.67

para la tierra, 25.00 para mano de obra y de 0.74 miles de pesos para el capital.

El análisis de sensibilidad nos indica para los coeficientes de la función objetivo que: para los cultivos que no fueron seleccionados, pueden incrementarse hasta el mismo valor indicado por su precio sombra y pudiesen entrar en la solución, y como no entraron realmente se les permite decrementar o disminuir su valor hasta infinitamente puesto que no interesan al no estar dentro del patrón. También señala los rangos permitidos donde se pueden mover la cantidad de recursos sin que haya cambiado en el valor de la función; es decir, como la superficie sobró, esta puede incrementarse y no sucede nada, sin embargo solo puede disminuir en 61,468.23 ha, que son las que realmente sobraron pues el resto que son 149,811.77 ha, se ocuparon en patrón propuesto.

Los mismos argumentos planteados en la salida 4, son aplicados en este caso para señalar que es poco probable establecer un patrón de cultivos de esta naturaleza.

Finalmente cuando en el modelo se introducen las restricciones de mercado para hortalizas de primavera y de otoño, las restricciones para cultivos de cobertura, (praderas y alfalfa), por las limitaciones del recurso agua, las restricciones a cultivos perennes que no es muy factible que estén produciendo al término de un año y si se les considera así, se cae en un error y a cultivos plurianuales.

como espárrago que tiene ya contratos de venta estables año con año; el resultado se observa en la salida 10, (cuadro 47), donde el valor de la función es de 396,853,800 miles de pesos, el patrón está formado por:

a) CARTAMO	113865 ha.
b) RYE GRASS	14588 ha.
c) CEBOLLIN	4070 ha.
d) VARIOS DE O-I	6811 ha.
e) ALFALFA	16576 ha.
f) ESPARRAGO	3944 ha.
g) VID	2112 ha.
h) FRUTALES	689 ha.
i) ALGODON	44097 ha.
j) VARIOS DE P-V	4528 ha.

Los precios sombra menores y positivos le corresponden a cultivos como: ajonjolí, sorgo forrajero tardío, sorgo forrajero temprano, trigo, soya, cebada, sorgo grano y maíz,

Como el recurso tierra se ocupa en su totalidad al igual que el capital, tienen un precio sombra de 294.65 miles de pesos para el primero y de 0.971 miles de pesos para el capital; sobrando agua en un volumen de 88.089 millones de m³ y 745,243.60 jornales.

Los cultivos señalados para formar el patrón en su mayoría entra en la solución por el tipo de restricción de igualdad que se le introdujo por el lado de la superficie, entrando

libremente las actividades de cártamo y algodón solamente.

Este patrón tiene diferencias muy fuertes con el practicado en el año agrícola 1987-88, (cuadro A32), ya que si bien se tiene que parecer en la composición física de los cultivos de exportación por las mismas restricciones, difiere en la cantidad de superficie de algodón, porque cuando éste plantea 44,097 ha, el del año 1987-88 explota casi 67,000 ha, y la diferencia más significativa es que el patrón de 1987-88 sólo cultiva 3,504 ha de cártamo mientras que este resultado señala que se deben establecer 113,865 ha al año. Esta actividad es posible ya que es un cultivo alternativo a trigo y por lo que se ve, cártamo interviene en la solución por su utilidad, principalmente, pudiendo plantear que representa una alternativa de sustituir al trigo y otros básicos que según los datos no tienen utilidad. Quizá porque los reportes oficiales no captan los rendimientos reales, o lo que se indica de volumen cosechado en campo no es lo realmente obtenido.

La desventaja fuerte que tiene este patrón es que el cultivo del cártamo es susceptible a ataques de *Alternaria*, problemático en suelos pesados, ya que sufre su sistema radical al provocarse costras en el suelo cuando éste se reseca un poco y siendo vía de entrada de enfermedades el rompimiento de raíces; por lo cual requiere un control muy exacto de los riegos, una rigurosa inspección y control fitosanitario y también un fuerte apoyo de la investigación.

A lo largo de los resultados se ha observado que ni los básicos ni los sorgos han entrado en solución alguna en las diversas modalidades del modelo, y a pesar de ello en la práctica están los cultivos en plena producción. Todo parece indicar que los cultivos persisten por: la facilidad de obtener crédito, la mayoría de productores no cuenta con el capital, infraestructura, apoyo de las organizaciones y conocimientos del mercado internacional para cambiar sus objetos y objetivos de producción.

Otro caso que se ejemplifica en el transcurso del trabajo es el del algodón; este cultivo no entra a la solución, solo hasta que se cambia sus coeficientes o precio neto al comercializarse en el mercado internacional, como lo fue en esta última salida 10. En la práctica no siempre se ha vendido al exterior, han ocurrido crisis algodonerías por la falta de mercado, provocando que miles de pacas se almacenen en bodegas, y a pesar de ello el crédito para el cultivo del algodón sigue fluyendo, por lo cual se intuye que parte del crédito otorgado se puede desviar para usarlo en otras necesidades.

En este mismo patrón el valor de la función objetivo es de 396 853 000 miles de pesos, mientras que el valor neto de la producción cuando se usó el patrón del año agrícola 1987-1988 fue de 279 130 831.6 miles de pesos, encontrando una diferencia de 117 922 168.4 miles de pesos, que representa un ingreso superior en un 42%.

Finalmente se observa (Cuadro A45) que el pago destinado al agua por peso obtenido en el valor bruto por hectárea y por cultivo varía de menos de un centavo a 3.3 centavos, siendo los cultivos que menos aportan por peso obtenido las hortalizas de otoño-invierno, vid, algodón y alfalfa. Así mismo cuando se determina la aportación de cada peso del costo del agua en el valor bruto generado por hectárea y por cultivo, se observa (Cuadro A46) que los cultivos más favorecidos son las hortalizas de otoño-invierno, la vid y el algodonero, que son los mismos que pagan menos al concepto costo del agua según su valor bruto generado por hectárea, y al comparar la participación porcentual de los costos del agua y de los fertilizantes en los costos variables, es notorio (Cuadro A47) que el costo del agua se encuentra muy por debajo de los costos de los fertilizantes, debido a los subsidios destinados al uso del agua de riego.

CUADRO 47. RESULTADOS EN EL TOTAL DEL DISTRITO.

SALIDA No.	RESTRIC CIONES	SIGNO	VALOR MILES DE \$	FUNCION	ACTIVIDADES CULTIVOS	UNIDADES SUP. HAS.	REC.SOBRA
1	T,A,MO,C		574009700		VARIOS O-I ALFALFA	46587 98031	T,C
2	T,A,MO,C P5,P6,P8 P18	<=	459735900		VARIOS O-I ALFALFA VID	6811 93876 22352	T,C
3	T,A,MO,C P5,P6,P8 P18	=	448831400		VARIOS P-V CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO VID	4528 4070 6811 96463 3944 13082	T,C
4	T,A,MO,C P5,P6,P8 P18	<=	461053400		VARIOS P-V VARIOS O-I ALFALFA VID	4528 6811 94931 22184	T,C
5	T,A,MO,C P5,P6,P8 P18	=	449256800		VARIOS P-V CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO VID	4528 4070 6811 96803 3944 13037	T,C
6	T,A,MO,C		573951700		VARIOS P-V VARIOS O-I ALFALFA	4528 46615 97919	T,C
7	CR T,A,MO,C P5,P6,P8 P18	<=	503922300		VARIOS O-I ALFALFA VID ALGODON	6811 65739 20216 55692	T
8	CR T,A,MO,C P5,P6,P8 P18	=	474088900		VARIOS P-V CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO ALGODON VID VARIOS P-V	4528 4070 6811 72257 3944 11373 46827 4528	T

CUADRO 47. CONTINUACION

SALIDA No.	RESTRIC CIONES	SIGNO	VALOR MILES DE \$	FUNCION	ACTIVIDADES CULTIVOS	UNIDADES SUP. HAS.	REC.SOBRA
9	CR T,A,MO,C P5,P6,P7 P8,P18	<=	462106800		VARIOS O-I ALFALFA VID ALGODON VARIOS P-V	6811 16576 27321 62073 4528	T,A
10	CR T,A,MO,C P4,P5,P6 P7,P8,P9 P10,P18	= <=	396853800		CARTAMO RYE GRASS CEBOLLIN VARIOS O-I ALFALFA ESPARRAGO VID FRUTALES ALGODON VARIOS P-V	113864 14588 4070 6811 16576 3944 2112 689 44097 4528	A,MO

FUENTE: Elaborado con base en los resultados arrojados por la microcomputadora.-

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo con los objetivos planteados y al desarrollo del trabajo se extraen las siguientes conclusiones:

1.- El patrón de cultivos óptimo para el Distrito es el formado por cultivos de exportación, incluyendo además, frutales, alfalfa, rye grass y cártamo.

2.- Los modelos bajo supuestos de eficiencia de riego parcelario, ofrecen una alternativa para evitar el abatimiento del manto acuífero.

3.- Al incrementar la eficiencia en el riego parcelario al 80% se puede ahorrar 88.089 millones de m³.

4.- El dejar de utilizar un volumen de 88.089 millones de m³, equivale a que en el Distrito se puede generar un excedente propio de este recurso y no estar a expensas de avenidas extraordinarias del Río Colorado.

5.- Si por aumento de eficiencia en el riego parcelario se ahorra un volumen de 88.089 millones de m³, esto puede significar reducir el volumen extraído de la zona de pozos en esa misma cantidad, asegurando que no haya abatimiento.

6.- Los cultivos que se ven favorecidos al aumentar la eficiencia de riego parcelaria, son los que tienen una utilidad o precio neto alto junto con demandas altas de agua.

7.- Incrementar la disponibilidad de un recurso escaso sin aumentar su valor real o cuando menos el valor de la cuota de riego, es una mala politica, porque el recurso reduce su costo ante cultivos de alta demanda del líquido.

5.2. Recomendaciones

Para próximos trabajos más detallados, es conveniente tomar datos a nivel de zonas de gravedad y de bombeo, mucho más específicos que los utilizados en este documento.

Sería conveniente introducir en este tipo de trabajo supuestos de aumento al valor de la cuota de riego y uso del subsuelo.

BIBLIOGRAFIA

1. Aceves, N.E. 1988. Comercio Exterior, Banco de Comercio Exterior S.N.C. Sector Agropecuario I. Volumen 38, número 1. México
2. Agramont, G. E. 1989. "Comunicación personal". Jefe del Distrito de Desarrollo Rural 002, Río Colorado, B.C. México
3. Beneke, R.R. y Winterboer, R., 1984. "Programación lineal. Aplicación a la Agricultura". Traducción de Jorge Pares Olivet. Editorial Aedos. Barcelona, España
4. Calva, J.L., 1988. "Crisis Agrícola y Alimentaria en México 1982-1988." 1a Edición. Distribuciones Fontamara, S.A. México
5. Chiang, A.C., 1975. "Métodos fundamentales de Economía Matemática". Amorrortu Editores. Buenos Aires, Argentina
6. Comercio Exterior, 1989. Banca Nacional de Comercio Exterior S.N.C. Sumario Estadístico, abril, México
7. Cooperative Extension University of California, 1987-1988. "Guide lines to production costs and practices, field crops". Circular 104-F. Imperial county. El Centro, C.A.
8. Cooperative Extension University of California, 1987-1988. "Guide lines to production costs and practices, vegetable crops". Circular 104-F. Imperial county. El Centro, C.A.
9. De los Santos, V.S., 1971. "Metodología para la determinación y cálculo del uso conjunto del agua". Memorándum técnico No 290. SARH. México
10. García, M.M., 1986. "Generalidades sobre la Producción Agrícola en el Valle de Río Colorado". Centros Regionales, UACH. Chapingo, México
11. García, M.N. y Sánchez, M.A., 1987. "El problema del agua en el Distrito de Desarrollo Rural 002, características e identificación del mismo. UACH, IMTA. Mexicali, B.C. México
12. García, M.M., 1989. "Baja California, sus alcances y limitaciones". Centros Regionales, UACH, Chapingo, México (inérito)

13. INCA RURAL, 1989. "Lineamientos para la Modernización del Campo". Documento preliminar de discusión. Agosto. México
14. INEGI, 1989. "Boletín de Información Oportuna del Sector Agropecuario". No 40. Abril. México
15. México, 1944. "Tratado sobre distribución de aguas internacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de Norteamérica."
16. Palacios, V.E., 1975. "Manual de operación de Distritos de Riego". 2a Edición. UACH, Chapingo. México
17. Palacios, V.E., 1975. "Productividad, ingreso y eficiencia en el uso del agua en los Distritos de Riego de México". Colegio de Postgraduados, Chapingo. México
18. Paredes, A.E., 1987. "Aspectos geohidrológicos del Distrito de Desarrollo Rural 002, Río Colorado". SARH. Mexicali, B.C. México (inédito).
19. Pérez, B.D. 1981. "Ordenamiento Ecológico del Valle de Mexicali, B.C. Tesis profesional. UNAM. México
20. Periódicos de la Prensa Nacional, 1989. El Financiero, El Nacional, Excelsior, Novedades, Uno mas Uno. Varias Fechas. México.
21. Portillo, V.H. y Carballo, G.F.R., 1988. "Análisis Económico en Modelos de Programación Lineal". Departamento de Economía, UACH. Chapingo, México
22. Rojas, C.R.I., 1989. "Ecología y Frontera, repercusiones del desarrollo urbano de Mexicali: deterioro ambiental del Río Nuevo UABC, Mexicali, B.C. México
23. SARH, 1963. "Resúmenes generales del Distrito". Distrito Agropecuario No 14, Río Colorado, B.C. México
24. SARH, 1970. "Uso Conjuntivo de agua por los cultivos en Arizona". Memorándum técnico No 281. SARH. México
25. SARH, 1974. Memorándum técnico No 333, "Eficiencias de riego, definiciones relativas a diversos conceptos sobre la eficiencia en el uso del agua". México
26. SARH, 1976. Memorándum técnico 350, sobre "Las eficiencias de riego". Traducción de José Luis de la Loma de "On Irrigation Efficiencies". México

27. SARH, 1983-1988. "Catálogo de cuotas por servicio de riego". Dirección de Normas para la operación de obras de infraestructura y áreas de cultivo. México
28. SARH, 1984. "Estudios de factibilidad relativos al Programa Nacional de Mejoramiento en áreas de riego del Distrito de Riego No 014, Río Colorado, Mexicali, B.C. México
29. SARH, 1984. "Guía para la Asistencia Técnica Agrícola, area de influencia del Campo Experimental. Valle de Mexicali. México
30. SARH, 1985. "Diagnóstico sobre el uso y manejo del suelo y el agua en el Distrito de Riego No 14, Río Colorado, México
31. SARH, 1988. "Cédula original, Plan Normal aprobada por el Comité Directivo en su sesión del 12 de agosto de 1988". DDR 002, Río Colorado. Mexicali, B.C. México
32. SARH, 1988. "Información básica sobre el Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Baja California, al 31 de mayo". Mexicali, B.C. México
33. SARH, 1988. "Programa de Modernización de áreas de riego, Valles de Mexicali, B.C. y San Luis Río Colorado, Son". Subdelegación de Infraestructura Hidráulica, Residencia General de Estudios, Mexicali, B.C. México
34. SARH, 1989. "Estadísticas". Dirección de Normas y Operación de Obras de Infraestructura y Areas de Cultivo. México.
35. SARH, 1989. "Distrito de Desarrollo rural 002, Río Colorado. Resultados Plan de Riegos, años agrícolas 1987-1988. México

APENDICE

SALIDA DE LA MICROCOMPUTADORA

MAX 875.31 P1 + P2 + 290.84 P3 + 358.04999 P4
 + 6529.6499 P5 + 6463.3501 P6 + 2126.38989 P7
 + 2687.01001 P8 + 6101.2998 P9 + 1553.72998 P10
 + 3035.84009 P11 + P12 + 79.37 P13 + 241.37 P14 + P15
 + 429.57501 P16 + 33.23 P17 + 6115.87988 P18

SUBJECT TO

2) P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9 + P10 + P11
 + P12 + P13 + P14 + P15 + P16 + P17 + P18 <= 211280
 3) 9.125 P1 + 5.875 P2 + 6.875 P3 + 9.75 P4 + 6.25 P5
 + 7.5 P6 + 20 P7 + 18 P8 + 14.62 P9 + 14.125 P10 + 11 P11
 + 7.875 P12 + 9.75 P13 + 9.75 P14 + 6.25 P15 + 5.25 P16
 + 7.5 P17 + 7.5 P18 <= 2308010
 4) 12.19 P1 + 8.04 P2 + 8.77 P3 + 8 P4 + 210 P5 + 79 P6
 + 20 P7 + 64 P8 + 125 P9 + 90 P10 + 14.9 P11 + 16.21 P12
 + 10.12 P13 + 10.12 P14 + 16.75 P15 + 20 P16 + 11.63 P17
 + 95.25 P18 <= 5641015
 5) 597.75 P1 + 980.53003 P2 + 1159.93994 P3
 + 635.32001 P4 + 5772.91016 P5 + 2780.12988 P6
 + 798.60999 P7 + 5772.91016 P8 + 2991.44995 P9
 + 3696.26001 P10 + 2821.87012 P11 + 1052.76001 P12
 + 718.62 P13 + 718.62 P14 + 1172.54004 P15 + 770.40997 P16
 + 924.37 P17 + 2659.11011 P18 <= 301109952
 6) P5 <= 4070
 7) P6 <= 6811
 8) P8 <= 3944
 9) P18 <= 4528
 10) P7 <= 16576
 11) P4 = 14588
 12) P9 = 2112
 13) P10 = 689

END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 10

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 396853800.

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
P1	113864.000000	.000000
P2	.000000	1246.146000
P3	.000000	1130.586000
P4	14588.000000	.000000
P5	4070.000000	.000000
P6	6811.000000	.000000
P7	16576.000000	.000000
P8	3944.000000	.000000
P9	2112.000000	.000000
P10	689.000000	.000000
P11	44097.000000	.000000
P12	.000000	1316.311000
P13	.000000	913.354200
P14	.000000	751.354200
P15	.000000	1432.666000
P16	.000000	613.458400
P17	.000000	1159.362000
P18	4528.000000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	294.650300
3)	88089.760000	.000000
4)	745243.600000	.000000
5)	.000000	.971409
6)	.000000	627.143200
7)	.000000	3468.057000
8)	.000000	-3215.497000
9)	.000000	3238.147000
10)	.000000	1055.963000
11)	.000000	.000000
12)	.000000	-553.755900
13)	.000000	2900.728000
14)	.000000	-2331.500000

NO. ITERATIONS= 10

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED

OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
P1	875.310000	2160.530000	232.235300
P2	1.000000	1246.146000	INFINITY
P3	290.840000	1130.586000	INFINITY
P4	358.050000	INFINITY	INFINITY
P5	6529.650000	INFINITY	INFINITY
P6	6463.350000	INFINITY	3468.057000
P7	2126.390000	INFINITY	INFINITY
P8	2687.010000	INFINITY	INFINITY
P9	6101.300000	INFINITY	INFINITY
P10	1553.730000	INFINITY	INFINITY
P11	3035.840000	1096.341000	2160.530000
P12	1.000000	1316.311000	INFINITY
P13	79.370000	913.354200	INFINITY
P14	241.370000	751.354200	INFINITY
P15	1.000000	1432.666000	INFINITY
P16	429.575000	613.458400	INFINITY
P17	33.230000	1159.362000	INFINITY
P18	6115.880000	INFINITY	3238.147000

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	211280.000000	10217.940000	89745.020000
3	2308010.000000	INFINITY	88089.690000
4	5641015.000000	INFINITY	745243.600000
5	301110000.000000	104491700.000000	98077680.000000
6	4070.000000	3891.525000	4070.000000

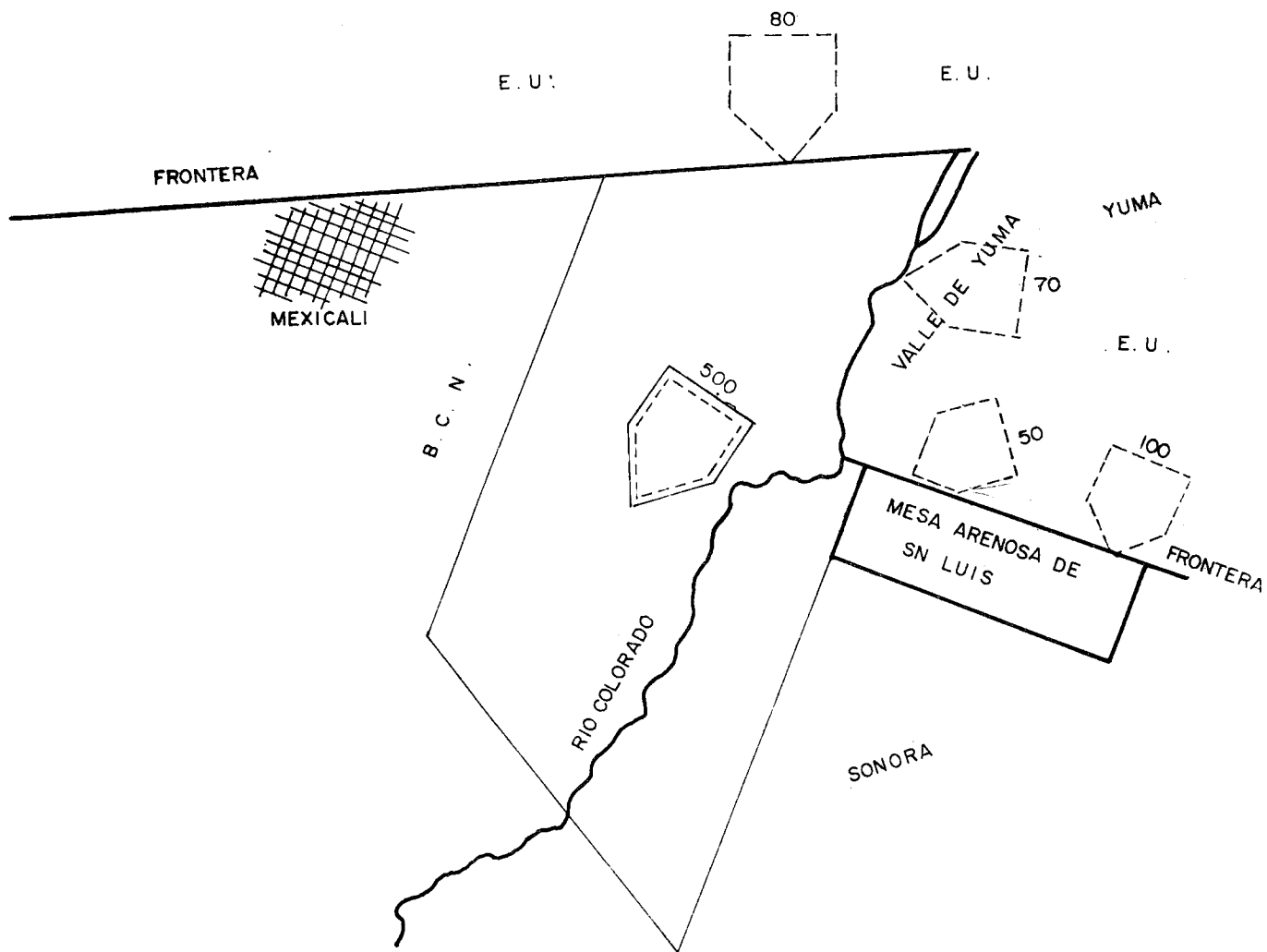


FIG. A1 . ORIGEN DE LA RECARGA MEDIA ANUAL DEL ACUIFERO POR FLUJO SUBTERRANEO Y VERTICAL

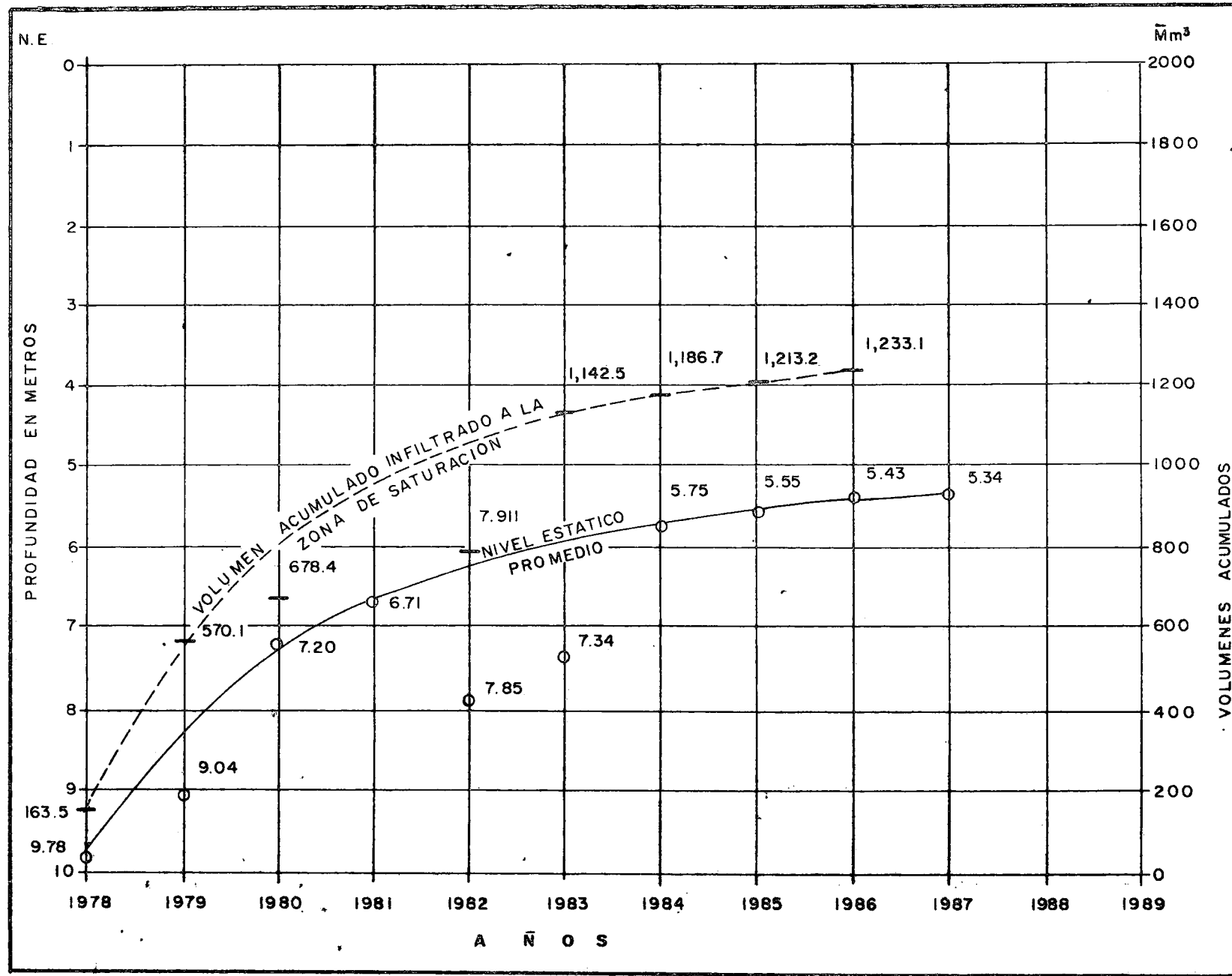


FIG. A2. VOLUMEN ACUMULADO INFILTRADO Y NIVEL ESTATICO PROMEDIO EN LA ZONA DE POZOS

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
 REPRESENTACION GENERAL EN EL ESTADO DE B. C.
 DISTRITO DE RIEGO 014 RIO COLORADO
 SUBJEFATURA DE DISTRITO DE CONSERVACION DE POZOS
 GRAFICAS DE VOLUMENES ACUMULADOS Y NIVELES ESTATICOS
 EN LA EXPLOTACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

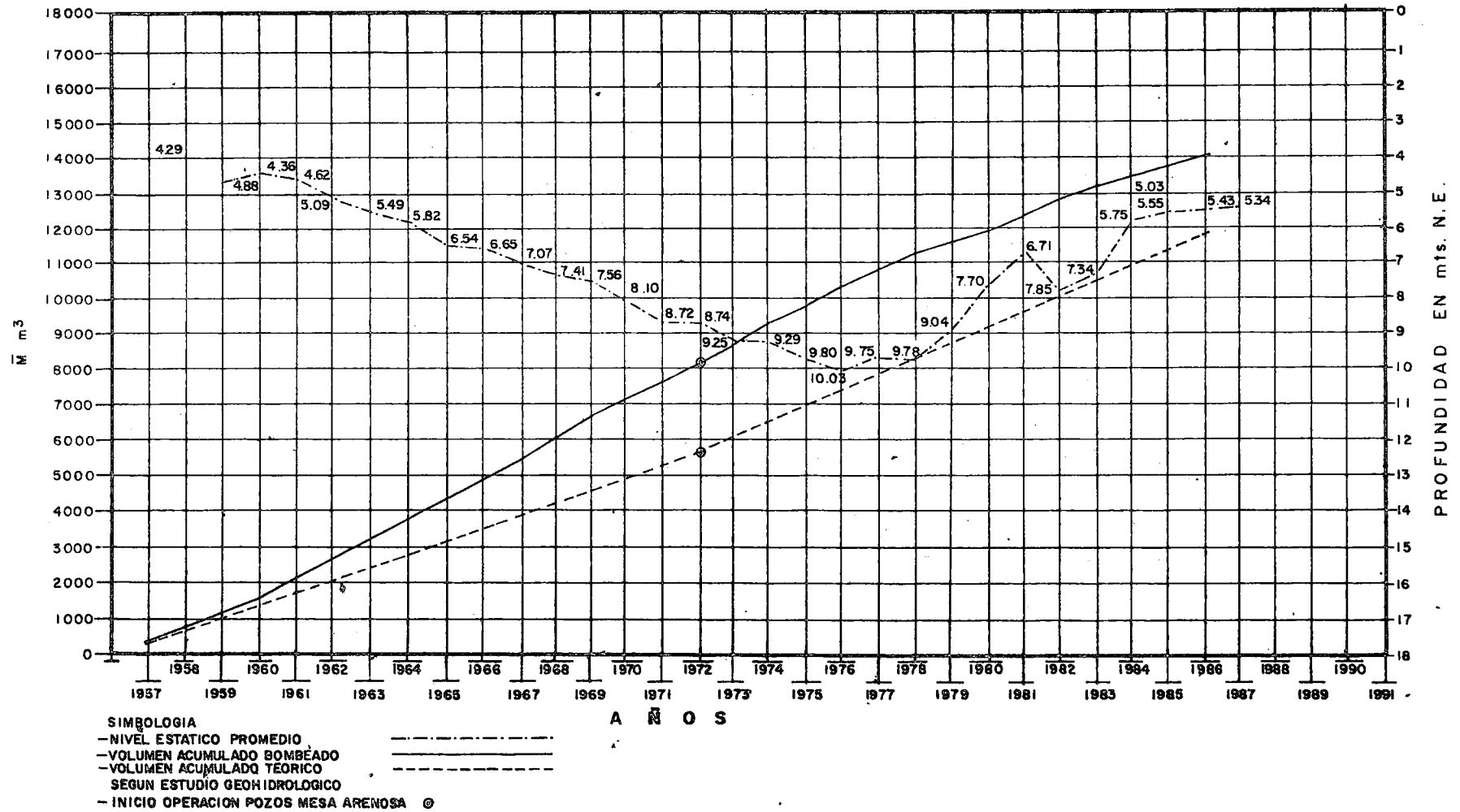


FIGURA A3. GRAFICAS DE VOLUMENES ACUMULADOS Y NIVELES ESTATICOS EN LA EXPLOTACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS.

CUADRO A1. DATOS CLIMATOLOGICOS
 ESTACION CLAVE 02-123 BATAQUES, MEXICALI, B.C.
 PERIODO GENERAL DE DATOS DESDE 1949 A 1970

PARAMETROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<u>TEMPERATURA</u>													
P. MAXIMA	21.60	24.30	27.10	32.20	37.00	41.30	42.30	41.60	39.10	34.50	27.10	22.00	32.50
P. MINIMA	5.70	7.00	8.90	11.90	14.00	18.00	23.60	23.90	19.60	14.10	9.80	6.20	13.50
MEDIA	13.60	15.60	18.00	22.00	25.50	19.60	32.90	32.70	29.30	24.30	18.40	14.40	23.00
<u>PRECIPITACION</u>													
TOTAL	8.90	2.10	1.30	1.70	.00	.00	1.40	2.90	1.20	4.10	4.40	5.00	33.00
EVAPORACION	98.20	130.40	187.90	130.40	305.60	313.70	321.50	263.80	230.70	175.00	124.90	87.20	2369.30
FRECUENCIA DE ELEMENTOS Y													
<u>FENOMENOS ESPECIALES</u>													
NO. DE DIAS DESPEJADOS	23.18	22.36	25.18	27.04	28.90	28.90	27.68	27.81	26.68	28.28	24.27	23.81	314.09
NO. DE DIAS NUBLADOS	3.77	3.27	3.86	1.77	1.36	.72	1.77	1.68	2.09	1.47	3.50	3.59	28.85

FUENTE: SARH, Dirección General de Geografía y Meteorología, Mexicali, B.C.

CUADRO A2. TENENCIA DE LA TIERRA

RANGO EJIDAL	SUPERFICIE		AGRICULTORES		AREA MEDIA POR AGRICULTURA (HA)
	(HAS)	%	Número	%	
0.1 - 5.0	1,198-93-98	0.58	315.00	2.36	3-80-62
5.1 - 10.0	8,101-16-31	3.89	873.00	6.54	9-27-97
10.1- 20.0	110,868-96-66	53.31	5,632.00	42.19	19-68-55
20.1- 30.0	5,336-40-00	2.57	225.00	1.69	23-71-73
30.1- 40.0	496-00-00	0.24	14.00	.10	35-42-86
40.1 a más	356-00-00	0.17	8.00	.06	45-62-50
Subtotal	126,366-46-95	60.76	7,067.00	52.94	17-88-12
PEQUEÑOS PROPIETARIOS					
0.1 - 5.0	4,092-59	1.97	1,406.00	10.53	2-91-08
5.1 - 10.0	13,145-07	6.32	1,508.00	11.30	8-71-69
10.1- 20.0	53,010-84	25.49	3,052.00	22.86	17-36-92
20.1- 30.0	5,253-85	2.53	215.00	1.61	24-43-65
30.1- 40.0	1,976-44	0.95	54.00	.40	36-60-07
40.1 a más	4,120-16	1.98	47.00	.35	87-66-30
Subtotal	81,598-95	39.24	6,282.00	47.06	12-98-93

FUENTE: Oficina de Estadística de la Subjefatura de Operación y Desarrollo del Distrito de Desarrollo Rural 002. Tomado de (19)

CUADRO A3. DISTRIBUCION DE LA SALINIDAD EN LOS SUELOS DEL VALLE DE MEXICALI
A PROFUNDIDAD 0-20 CM DE ACUERDO A 3 ESTUDIOS REALIZADOS

CLASE	1966 Ha	%	1979 Ha	%	1987 Ha	%
Suelo normal	95425	38.2	126020	50.4	175367.9	69.042
Suelo salino	86110	34.4	80630	32.3	58687.1	23.105
Salino-sódico	67665	27.1	41760	16.7	19776.7	7.786
Sódico	800	.3	1590	.6	168.3	.066

FUENTE: SARH, 1988. Programa de Modernización de Areas de Riego. Valles de Mexicali, B.C. y San Luis Rio Colorado, Son. México.

CUADRO A4. DISTRIBUCION DE LA SALINIDAD EN LOS SUELOS DEL VALLE DE MEXICALI
A LA PROFUNDIDAD DE 20-100 CM DE ACUERDO A 3 ESTUDIOS REALIZADOS

CLASE	1966 Ha	%	1979 Ha	%	1987 Ha	%
Suelo normal	83100.870	33.24	91407	36.56	142263.600	56.91
Suelo salino	87196.040	34.88	90750.500	36.30	60499.400	24.20
Salino-sódico	78178.160	31.27	66314.500	26.53	47237	18.89
Sódico	1524.870	.61	1525	.61	0	0

FUENTE: SARH, 1988. Programa de Modernización de Areas de Riego. Valles de Mexicali, B.C. y San Luis Rio Colorado, Son. México.

CUADRO A5. TOLERANCIA RELATIVA DE LAS PLANTAS CULTIVADAS A LAS SALES

TOLERANCIA ALTA A LAS SALES	TOLERANCIA MEDIA A LAS SALES	TOLERANCIA BAJA A LAS SALES
CEBADA EN GRANO	CENTENO (GRANO)	FRIJOL (GRANO)
REMOLACHA AZUCARERA	TRIGO (GRANO)	
COLZA	AVENA	
ALGODON	ARROZ	
	SORGO	
	MAIZ	
	LINO	
	GIRASOL	
	RICINO	
	HORTALIZAS	
BETABEL	JITOMATE	RABANO
COL RIZADA	BROCOLI	APIO
ESPARRAGOS	COL	FRIJOL PARA EJOTE
ESPINACAS	PIMIENTO	
	COLIFLOR	
	LECHUGA	
	MAIZ DULCE	
	PAPA (ROSA BLANCA)	
	ZANAHORIA	
	CEBOLLA	
	CHICHARO	
	CALABAZA	
	PEPINO	
	FRUTALES	
PALMA DATILERA	GRANADO	AGUACATE
	HIGERA	LIMON
	OLIVO	PERAL
	VID	MANZANO
	MELON	NARANJO
		TORONJO
		CIRUELO
		ALMENDRO
		CHABACANO
		DURAZNO
		FRESA
	FORRAJERAS	
ZACATON ALCALINO	TREBOL BLANCO	TREBOL HOLENDEZ
ZACATE SALADO	TREBOL AMARILLO	TREBOL BLANCO
PASTO BERMUDA	VALLICO PERENNE	TREBOL HIBRIDO
GAMA RHOEDORES	BROMO DE MONTAÑA	TREBOL ROJO
BROMO AMERICANO	TREBOL FRESA	TREBOL LADINO
CENTENO SILVESTRE	PASTO DALLIS	PINPINELA
CENTENO DE CANADA	ZACATE SUDAN	COLA DE ZORRO
AGROPIO DE OESTE	MELILOTO	

CUADRO A5. CONTINUACION

TOLERANCIA ALTA A LAS SALES	TOLERANCIA MEDIA A LAS SALES	TOLERANCIA BAJA A LAS SALES
CEBADA (HENO) LOTO CORNICULADO	ALFALFA (CUMUN DE CALIFORNIA) FESTUCA ALTA CENTENO (HENO) AVENA (HENO) DACTILO GRAMA AZUL FESTUCA DE PRADOS HIERBA CINTA LOTE DE LOS PANTANOS BROMO LISO VEZA DE LECHE VILLICO FRANCES	

FUENTE: Pérez, B.D. Ordenamiento Ecológico del Valle de Mexicali,
UNAM. México.

CUADRO A6. DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN EL DISTRITO

CONCEPTO	CONDICIONES ACTUALES (MILL.M3)
APORTACION MEDIA ANUAL DEL RIO COLORADO 1_/	1,850.234
APORTACION MEDIA ANUAL DEL ACUIFERO 2_/	897.30
VOLUMEN DISPONIBLE BRUTO	2,747.534
VOLUMEN COMPROMETIDO PARA USOS DOMESTICOS, INDUSTRIALES Y PECUARIOS 3_/(-)	119.69
VOLUMEN NETO APLICADO EN RIEGO 4_/(-)	2,189.982
VOLUMEN DE PERDIDAS EN LA RED MAYOR 5_/(-)	86.664
VOLUMEN DE PERDIDAS EN LA RED MENOR 5_/(-)	416.905
BALANCE (-) 6_/	65.617

1_/ Volumen correspondiente a la tabla baja de acuerdo al Tratado Internacional de 1944 firmado entre México y Estados Unidos

2_/ En el año 1967 la entonces SRH realizó un estudio de geohidrología, el cual recomendaba una extracción media anual de 700 millones de metros cúbicos del acuífero del Valle de Mexicali; asimismo, por efecto del Acta No 242 firmada con E.U.A., México tiene derecho a explotar del subsuelo de la Mesa Arenosa de San Luis Río Colorado, un volumen anual de 197.3 millones de metros cúbicos, por lo cual se dispone de un volumen de aguas subterráneas de 897.3 millones de metros cúbicos.

3_/ Información obtenida del Programa Hidráulico Estatal.

4_/ Volumen deducido tomando en cuenta los cultivos, superficies y láminas netas aplicadas en el Distrito en los últimos once años.

5_/ Información deducida tomando en cuenta las láminas brutas y netas, aplicadas en el Distrito los últimos once ciclos, con el apoyo de información obtenida de la Oficina de Estadística Agrícola de la Subjefatura de Operación y Desarrollo del Distrito de Desarrollo Rural 002.

6_/ Volumen que físicamente no se ha reflejado como faltante dado que se han presentado excedentes en el Río Colorado.

FUENTE: SARH, 1988. Programa de Modernización de Areas de Riego. Valles de Mexicali, B.C. y San Luis Río Colorado, Son. México.

CUADRO A7. DISPONIBILIDAD MENSUAL DE AGUA EN EL DISTRITO DE
DESARROLLO RURAL 002

MES	VOLUMEN (MILLONES DE METROS CUBICOS)
ENERO	174.050
FEBRERO	238.950
MARZO	362.850
ABRIL	356.950
MAYO	233.050
JUNIO	218.300
JULIO	268.450
AGOSTO	247.800
SEPTIEMBRE	168.150
OCTUBRE	218.300
NOVIEMBRE	230.100
DICIEMBRE	233.050
TOTAL	2950.000

FUENTE: SARH, 1988. Programa de Modernización de
Areas de Riego. Valles de Mexicali, B.C. y San Luis
Rio Colorado, Son. México.

CUADRO A8

AÑO AGRICOLA	VOLUMEN MM3	INDICE BASE 1980	TASA DE CRECIMIENTO	
1980-81	91,426	1.000	Tcd	Tcc
1981-82	95,856	1.048	4.84	4.73
1982-83	98,630	1.078	3.86	3.79
1983-84	100,381	1.097	3.16	3.11
1984-85	96,869	1.059	1.45	1.44
1985-86	101,594	1.111	2.13	2.10
1986-87	125,019	1.367	5.35	5.21
1987-88	126,571	1.384	4.75	4.64

MM3 = Millones de metros cúbicos

FUENTE: Según datos de los resultados del plan de riego.
Distrito de Desarrollo Rural 002 Río Colorado

CUADRO A9. APARICION DE CULTIVOS POR AÑO AGRICOLA

1963-64	1964-65	1965-66	1966-67	1969-70	1970-71	1972-73	1974-75	1978-79	1986-87
ALGODON									
TRIGO									
ALFALFA									
AJO									
CEBADA									
ESPARRAGO									
	CARTAMO								
	SORGO								
		AVENA							
			MAIZ						
				SUDAN					
					SORGO F				
					RYE GRASS				
						VID			
							FRUTALES		
								SOYA	
								CEBOLLIN	

NOTA: Cebollín, melón y sandía inician su aparición en el año agrícola 1981-1982

Sorgo escobero y soya se siembran inicialmente en el año agrícola 1986-1987

FUENTE: SARH. 1963-1987. Resúmenes Generales del Distrito. Distrito Agropecuario # 14. Río Colorado, Mexicali, México.

CUADRO A10. SUPERFICIE SEMBRADA EN EL DISTRITO
HECTAREAS POR AÑO AGRICOLA

CULTIVOS	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67	1967-68	1968-69	1969-70	1970-71	1971-72	1972-73	1973-74	1974-75	1975-76
ALGODON	126250	120927	125089	120777	88709	76651	58791	57570	49759	40895	91982	43591	42439
TRIGO	51836	51882	35779	39901	60491	44273	69664	53868	55481	50885	23160	35817	56030
AJO	44	57	52	58	181	152	79	54	236	144	136	150	163
ALFALFA	5050	4375	6300	7547	8664	12516	14752	14284	16665	18869	15453	18775	18481
ESPARRAGO		213	319	404	409	324	703	1411	1843	1742	1832	1864	1565
CEBADA		730	5100	3395	4083	5841	9437	18858	16432	17980	20504	25601	37753
SORGO G.			1179		2402	1340	4949	6531	7103	7470	1682	13076	8736
CARTAMO			2706	4119	8692	25033	8393	21765	15786	8799	9258	16048	11150
AVENA				155	396		371	823	399	708	417	567	412
MAIZ							2088	3244	1521	3184	2491	6679	3758
SUDAN								758	1436	2016	1478	3096	1812
AJONJOLI									896	1247	412	2362	2567
RYE GRASS										5916	15763	14099	13020
SORGO F.										3877	1320	3840	625
VID												93	270
FRIJOL												197	18
TOTAL	184770	178993	177535	178181	177181	173982	172635	173646	171561	168248	189280	190209	203820

FUENTE: SARH, 1963-1989. Resúmenes Generales del Distrito. Distrito Agropecuario de Riego # 14, Río Colorado, B.C. y Sonora.

CUADRO A11. SUPERFICIE SEMBRADA EN EL DISTRITO
HECTAREAS POR CICLO

CULTIVOS	1976-77	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81	1981-82	1982-83	1983-84	1984-85	1985-86	1986-87	1987-88
ALGODON	62126	64083	72524	82511	88614	46246	45424	81695	47459	41620	44099	66088
TRIGO	64402	61660	48883	56292	52628	92342	98778	95971	97477	103574	100500	65141
AJO	403	344	336	214								
ALFALFA	18186	20667	19073	15619	15722	15423	15513	15823	19900	20660	14840	15897
ESPARRAGO	1422	1372	13334	1900	1664	1532	1894	2186	2539	2721	3032	3588
CEBADA	27580	16874	15745	73475	16292	19693	1894	9571	7930	11273	9703	11131
SORGO G.	1318	2226	7345	1043	805	462	17019	1231	2194	10945	10079	1774
CARTAMO	5616	10887	15014	4429	2218	1982	1316	2510	1390	2152	4831	3371
AVENA	224	473	484	116			2126					
MAIZ	2186	3839	5669	10879	3363	2061		3912	7855	9049	4397	1934
SUDAN			1139	2070			1394					
AJONJOLI	412	1345	6476	10196	3704	1181		12465	22214	24265	10582	5065
RYE GRASS	10816	10844	10266	10690	11411	10733	1089	9986	11369	11699	12875	14399
SORGO F.	2261	2481	2104	2897	2666	2362	9723	7600	14221			4780
VID	363	758	2162	2275	2019	1888	2183	3308	2694	2101	2067	2038
FRIJOL							3106					
FRUTALES			381	362	283	353		430	503	581	569	618
SORGO ESC.						148	466					
MELON						129						
SANDIA						131						
VERDE PICADO										2932	4099	4000
HENIFICADO										1638	2732	761
SOYA											436	44
CEBOLLIN						35						4153
TOTAL	197315	197853	220935	274968	201389	196701	201925	246688	237745	245210	224841	203008

NOTA: Se incluyen segundos cultivos

FUENTE: SARH, 1963-1989. Resúmenes generales del Distrito, Distrito Agropecuario de Riego No 14, Río Colorado, B.C. y Sonora

CUADRO A12. PRECIOS OFICIALES DE GARANTÍA

PESOS POR TONELADA

AÑOS	MAIZ	TRIGO	FRIJOL	SORGO	CARTAMO	SOYA	AJONJOLI	ARROZ	SEMILLA ALGODON
1966	940	800	1750	625	1500	1600	2500	1100	900
1967	940	800	1750	625	1500	1600	2500	1100	900
1968	940	800	1750	625	1500	1600	2500	1100	900
1969	940	800	1750	625	1500	1450	2500	1100	900
1970	940	800	1750	625	1500	1300	2500	1100	900
1971	940	800	1750	625	1500	1600	2500	1100	900
1972	940	800	1750	725	1500	1800	3000	1100	900
1973	1200	870	2150	750	1600	2700	2000	1100	900
1974	1500	1300	6000	1100	3000	3300	5000	3000	2200
1975	1900	1750	4750	1600	3500	3500	6000	3000	2200
1976	2340	1750	5000	1760	3300	3500	3600	3000	2650
1977	2900	2050	5000	2030	4000	4000	7540	3100	2650
1978	2900	2600	6250	2030	4600	5500	7540	3100	2650
1979	3840	3000	7750	2335	5000	6400	9050	3720	3700
1980	4450	3550	12000	2900	6000	8000	11500	4500	5000
1981	6550	4600	16000	3930	7800	10000	15525	6500	6750
1982	10200	7625	21100	5200	15000	15300	20900	9400	9600
1983	19200	18200	33000	12600	26400	31000	50000	21000	19000
1984	33450	27300	52850	23000	38500	56000	110000	34100	32100
1985	53300	40000	155000	32000	63000	88000	150800	53800	48000
1986	96000	85000	217000	70000	113000	165000	276000	98000	81400
1987	245000	120000	525000	155000	225000	408000	700000	238000	220000

NOTA: (Precios al mes de diciembre, trigo y cártamo el mes de mayo)

FUENTE: Dirección General de Economía Agrícola, SARH, Econotecnia Agrícola, Vol VI No II. México, 1982, para 1966. 1981; y Secretariado Técnico del Gabinete Agropecuario. Excepto maíz precio primavera-verano, tomado de Presidencia de la República. Anexos Estadísticos del V Informe de Gobierno de M. de la Madrid. México. 1987

CUADRO A13. EVOLUCION DE LOS PRECIOS REALES DE GARANTIA
1966-1987

AÑOS	MAIZ	FRIJOL	TRIGO	ARROZ	SORGO	SOYA	CARTAMO	SEMILLA DE ALGODON
1966	3318	6177	2824	3883	2206	5648	6295	3177
1967	3234	6020	2752	3784	2150	5504	5160	3095
1968	3163	5888	2692	3701	2103	5384	5047	3028
1969	3086	5745	2626	3611	2052	4760	4924	2955
1970	2910	5418	2477	3406	1955	4025	4644	2786
1971	2764	5147	2353	3235	1838	7406	4441	2647
1972	2633	4902	2241	3081	2031	5042	4202	2521
1973	3000	5375	2175	2750	1875	6750	4000	2250
1974	3030	12121	2626	2060	2222	6667	6060	4444
1975	3333	8333	3070	5263	2807	6160	6140	3860
1976	3545	7576	2652	4545	2667	5303	5000	4015
1977	3408	5875	2409	3647	2385	4706	4700	5114
1978	2900	6250	2600	5100	2050	5500	4600	2650
1979	2944	6557	2538	3147	1975	5414	4230	3299
1980	2981	8037	2378	3014	1942	5358	4019	3349
1981	3427	8373	2407	3401	2056	5651	5861	3532
1982 O-I	3146	7501	2464	5057	1849	5439	5368	3128
1982 P-V	2088	4979	1799	2218	1227	3610	3563	2265
1983 O-I	2676	4936	2342	2945	1757	4634	4567	2777
1983 P-V	2506	4307	2376	2741	1645	4046	3994	2598
1984 O-I	2552	5004	2503	2102	1902	3103	4875	1992
1984 P-V	2743	5334	2239	2796	1886	4592	5486	2632
1985 O-I	2837	5545	2313	2225	1872	3653	4364	2094
1985 P-V	2669	7763	2003	2694	1603	4407	5760	2404
1986 O-I	2671	6660	2066	1916	1781	2142	4096	1710
1986 P-V	2337	5282	2069	2385	1704	2389	4771	1981
1987 O-I	2513	5498	1885	1539	1838	2592	3079	1279
1987 P-V	2301	4931		2235	1456	3727	3813	2066

Deflactados con el Índice Nacional de Precios al Consumidor. Base 1978 = 100, para 1970-1987; para 1966-1969, extrapolación con base en el Índice de Precios al mayoreo en la ciudad de México (210 conceptos genéricos). Base 1978 = 100. Otoño-invierno (O-I). Primavera-verano (P-V).

FUENTE: Para precios de garantía. Véase cuadros XXIII para deflactores. Banco de México. Indicadores Económicos.

CUADRO A14. PRECIOS MEDIOS RURALES CORRIENTES DE LOS GRANOS PRINCIPALES
1966-1987

AÑOS	MAIZ	FRIJOL	TRIGO	ARROZ	SORGO	SOYA	CARTAMO	SEMILLA ALGODON
1966	918	1790	882	1125	639	1427	1350	873
1967	940	1755	848	1098	620	1601	1460	880
1968	934	1758	8578	1145	622	1599	1478	904
1969	854	1800	849	1187	639	1598	1504	999
1970	905	1848	842	1190	646	1635	1542	1141
1971	900	1976	861	1226	981	1658	1555	1210
1972	902	2031	852	1127	736	1793	1575	1118
1973	1409	2992	850	1608	848	3030	1896	1975
1974	1463	5602	1344	2691	1268	3297	3748	2188
1975	1862	5260	1724	2816	1574	3350	3365	2364
1976	2167	4699	1739	3025	1660	4151	3650	2990
1977	2837	5434	2127	3012	1998	5212	4186	3230
1978	2912	7439	2605	3548	2246	5727	5647	3338
1979	3530	9520	2986	4090	2501	6493	5621	3763
1980	5019	15117	3653	5879	3485	7691	7183	5077
1981	5569	15923	4646	6886	3859	10816	7795	4790
1982	9766	19451	6899	9424	6403	15382	11846	10226
1983	20252	31243	14039	20967	12212	52822	21920	19658
1984	34250	50067	25203	38995	24268	59602	25582	38019
1985	52587	156421	37159	58659	34159	86064	63747	47684
1986	91050	270888	62129	99363	81790	163579	160829	52133
1987	210750	445000	132000	275750	136000	394400	227000	121500

FUENTE: Para 1960-1981. Dirección General de Economía Agrícola, SARH. "Consumos aparentes de Productos Agrícola 1925-1982", en Econotecnia Agrícola, Vol. No 9, México, 1984; para 1982-1986, Dirección General de Estudios, Información y Estadística Sectorial, SARH. "Hojas de Producción Agrícola de los E.U.M." para esos años; para 1987, Presidencia de la República. Anexos Estadísticos del V Informe de Gobierno de M. de la Madrid, 1987.

CUADRO A15. PRECIOS DE LOS FERTILIZANTES QUIMICOS AL 30 DE DICIEMBRE DE CADA AÑO
MEXICO: 1965-1987
(PESOS POR TONELADA)

AÑOS	SULFATO DE AMONIO	UREA	AMONIAO NITRATO ANHIDRO AGRICOLA	DE AMONIO	FOSFATO DE DIAMONICO	SUPERFOSFATOS		POTASICOS	
						SIMPLE	TRIPLE	CLORUROS	SULFATOS
1965	682	1461	2235	1021	S.D.	414	1013	680	S.D.
1966	713	S.D.	2235	S.D.	S.D.	466	1175	800	1050
1967	761	1590	S.D.	1233	1773	484	1210	810	1060
1968	770	1400	900	1050	1773	503	1155	810	1060
1969	730	1650	900	1300	1853	460	1250	865	1115
1970	730	1393	900	1300	1853	460	1250	865	1115
1971	688	1393	900	1249	1753	514	1252	865	1115
1972	685	1393	900	1249	1750	513	1256	881	1125
1973	695	1693	900	1249	1750	513	1259	881	1125
1974	768	1510	1580	1354	2004	744	1712	931	1343
1975	768	1510	1580	1354	2004	744	1712	931	1343
1976	900	1820	1980	1500	2700	860	2140	1170	1630
1977	1238	2503	2723	2063	3713	1103	2943	1602	2310
1978	1362	2941	3023	2352	4363	1301	3458	1899	2772
1979	1362	2941	3023	2352	4363	1301	3458	1899	2772
1980	1651	3567	3667	2853	5292	1578	4195	2303	3362
1981	2123	4865	5279	3843	7347	2017	5767	3077	4615
1982	3397	7784	5279	6149	11755	3227	9227	4923	7384
1983	5394	12361	8383	9765	18677	5124	14652	7818	11726
1984	7050	17200	12580	13670	28000	6800	20510	14860	22870
1985	13100	32700	25700	25000	57900	12900	38900	38400	69400
1986	27000	55000	52000	42000	116000	26000	67000	70000	150000
1987	102030	202270	200480	159310	436760	102030	241650	313250	581750

FUENTE: FERTIMEX, Gerencia de Planeación y Gerencia de Ventas, Oficina Mexicali, B.C., 1989

CUADRO 16. INDICES DE PRECIOS DE LOS FERTILIZANTES AL 30 DE DICIEMBRE

BASE: 1978 = 100

AÑOS	INDICE NACIONAL DE PRECIOS	SULFATO DE AMONIO	UREA	AMONIACO ANHIDRO AGRICOLA	NITRATO DE AMONIO	FOSFATO DIAMONICO	SUPERFOSFATOS		POTASICOS	
							SIMPLE	TRIPLE	CLORUROS	SULFATOS
1965	26.7	50.0	49.6	73.9	43.4	S.D.	31.8	29.2	35.8	S.D.
1966	27.2	53.3	S.D.	73.9	S.D.	S.D.	35.8	33.9	42.1	37.8
1967	27.9	55.8	54.0	S.D.	52.4	40.6	37.2	24.9	42.6	38.2
1968	28.6	56.5	47.6	29.7	44.6	40.6	38.6	33.4	42.6	38.2
1969	29.3	53.6	56.1	29.7	55.2	42.4	35.3	36.1	45.5	40.2
1970	31.0	53.6	47.3	29.7	55.2	42.4	35.3	36.1	45.5	40.2
1971	32.6	50.5	47.3	29.7	53.1	40.1	39.5	36.2	45.5	40.2
1972	34.4	51.0	47.3	29.7	53.9	40.1	39.4	36.3	46.3	40.5
1973	41.8	51.0	57.5	29.7	53.9	40.1	39.4	36.3	46.3	40.5
1974	50.4	56.3	51.3	52.5	57.5	45.9	57.1	49.5	49.0	48.4
1975	56.1	56.3	51.3	52.5	57.5	45.9	57.1	49.5	49.0	48.4
1976	71.3	66.0	61.8	65.5	63.7	61.8	66.1	61.9	61.6	58.8
1977	86.1	90.9	84.1	90.0	87.7	85.1	90.9	85.1	84.7	83.3
1978	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1979	120.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1980	155.8	121.2	121.2	121.2	121.3	121.3	121.2	121.3	121.2	121.2
1981	200.5	155.8	165.4	174.6	163.3	169.3	155.0	166.7	162.0	166.4
1982	398.7	249.4	264.6	174.6	261.4	269.4	248.0	266.8	259.2	266.3
1983	720.7	396.0	420.3	277.3	415.1	427.8	393.8	423.7	411.6	423.0
1984	1147.1	517.6	584.8	416.1	581.2	641.7	522.6	523.1	782.5	825.0
1985	1878.4	961.8	111.8	850.1	1062.9	1306.4	991.5	1124.9	2022.1	2503.6
1986	3864.4	1982.3	1870.1	1720.1	1785.7	2658.7	998.4	1937.5	3686.1	5411.2
1987	10206.0	7491.2	6233.1	6631.8	6773.4	10010.4	842.3	6988.0	16495.4	20986.5

FUENTE: Elaborado con datos de FERTIMEX. Gerencia de Planeación y Gerencia de Ventas

CUADRO A17. SUPERFICIE SEMBRADA POR AÑO AGRICOLA Y CICLO
DESDE 1980 A 1987

AÑO AGRICOLA	CICLO	SUPERFICIE	%
1980-81	O-I	102411	49.16
	P	19688	9.45
	P-V	86195	41.38
1981-82	O-I	54861	27.03
	P	20196	9.95
	P-V	127861	63.01
1982-83	O-I	53195	25.87
	P	20979	10.20
	P-V	131433	63.92
1983-84	O-I	111149	43.47
	P	21747	8.50
	P-V	122758	48.01
1984-85	O-I	100255	39.94
	P	25636	10.21
	P-V	125110	49.84
1985-86	O-I	135307	52.54
	P	26063	10.12
	P-V	96154	37.33
1986-87	O-I	136011	55.54
	P	20508	8.37
	P-V	88354	36.08
1987-88	O-I	105515	49.32
	P	23321	10.90
	P-V	85084	39.77

FUENTE: Basada en resúmenes del Distrito e informe de producción, rendimientos y valor de la cosecha. Subjefatura de Distrito de Operación.

CUADRO A18. INVENTARIO DE MAQUINARIA AGRICOLA EN LA REGION
(DICIEMBRE DE 1897)

MAQUINARIA	C A N T I D A D		
	PARTICULAR	EJIDAL	TOTAL
ARADOS	1298	895	1298
TRACTORES	2040	1417	3957
RASTRAS	1303	869	2172
SURCADOR	468	305	773
CANALERA	353	233	586
DESVARADORA	424	285	709
CULTIVADORA	643	427	1070
FERTILIZADORA	325	228	553
SEMBRADORA	1069	718	1787
EQUIPO FORRAJERO	657	437	1094
PIZCADORA	191	122	313
EQUIPO DE CONFORMACION	1101	717	1818
ASPERSORAS	119	81	200
MOLINOS	21	14	35
CAMIONES	683	458	1141
BORDEADOR	763	507	1270

FUENTE: Subjefatura de Fomento Agropecuario y Forestal del Distrito de Desarrollo Rural 002. Tomado de (19)

CUADRO A19. DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 002, RIO COLORADO
 SUBJEFATURA DE DISTRITO DE CONSERVACION DE POZOS
 BALANCE GEOHIDROLOGICO DEL DISTRITO (ZONA ANTIGUA DE POZOS)

AÑOS	RECARGAS MILLONES DE M3		DESCARGAS MILLONES DE M3	BALANCE MILLONES DE M3	
	ESTUDIO GEOHIDROL	EXCEDENTES		(-)	(+)
1978	700	163.50	886.40		22.90
1979	700	406.60	743.20		363.40
1980	700	108.30	678.50		129.80
1981	700		1037.40	337.40	
1982	700	112.70	877.20	164.50	
1983	700	351.40	574.80		476.60
1984	700	44.20	584.50		159.70
1985	700	26.50	698.70		27.80
1986	700	19.90	635.40		84.50
1987					
1988					

FUENTE: Paredes, A.E. 1987. Aspectos Geohidrológicos del Distrito de Desarrollo Rural 002, Río Colorado, Mexicali, B.C. México.

CUADRO A20. DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 002, RIO COLORADO
SUBJEFATURA DE DISTRITO DE CONSERVACION DE POZOS
(ZONA ANTIGUA DE POZOS)

BALANCE GEOHIDROLOGICO DE LA MESA ARENOSA

AÑOS	RECARGAS	DESCARGAS	BALANCE MILLONES M3	
	MILLONES DE M3 ESTUDIO GEOHIDROLOGICO		(-)	(+)
1978	100	128.70	28.70	
1979	100	34.30		65.70
1980	100	20.90		79.10
1981	100	175.70	75.70	
1982	100	182.20	82.20	
1983	100	22.90		77.10
1984	100	9.00		91.00
1985	100	37.30		62.70
1986	100	13.20		86.80
1987	100			
1988	100			

FUENTE: Paredes, A.E. 1987. Aspectos Geohidrológicos del Distrito de Desarrollo Rural 002, Río Colorado, Mexicali, B.C. México.

CUADRO A21. NUMERACION DE ALGUNOS DISTRITO DE RIEGO

NUMERO	NOMBRE DEL DISTRITO
DR 014	RIO COLORADO, B, C. Y S. L. R. C. SON., DDR 002 RIO COLORADO
DR 066	STO. DOMINGO, B. C., DDR 005 COMONDU, B. C. S.
DR 063	GUASAVE, SIN., DDR. 134 GUASAVE, SIN.
DR 041	RIO YAQUI, SON. DDR 148 CAJEME, SON.
DR 038	RIO MAYO, SON. DDR 149 NAVOJOA, SON.
DR 017	REGION LAGUNERA, DDR 048 DURANGO-COAHUILA
DR 010	CULIACAN HUMAYA, DD 136 CULIACAN, SIN.
DR 074	MOCORITO, SON., DDR 135 OVAMUCHIL, SON.
DR 076	VALLE DEL FUERTE, SIN. DDR 133 LOS MOCHIS, SIN.

FUENTE: SARH. 1989. Dirección de Normas y Operación de Obras de Infraestructura y Areas de Cultivo. México.

CUADRO A22. EFICIENCIA DE CONDUCCION, VOLUMENES NETOS Y VOLUMENES BRUTOS

DR-014 RIO COLORADO. GRAVEDAD Y BOMBEO

	VOLUMEN NETO	VOLUMEN BRUTO	EFICIENCIA DE CONDUCCION
1983-84	3145624	3867827	
1984-85	2462290	3020943	
1985-86	3660800	4209703	
1986-87	3109717	3677812	
TOTAL	12378431	14776285	83.77

DR 017 REGION LAGUNERA. GRAVEDAD Y BOMBEO

1983-84	630550	842854	
1984-85	949469	1280623	
1985-86	966696	1308287	
1986-87	966376	1308291	
1987-88	1114118	1609965	
TOTAL	4627209	6350020	72.87

DR 066 SANTO DOMINGO. TODO BOMBEO

1983-84	298433.90	298433.90	100
1984-85	251647	251647	100
1985-86	268441	268441	100
1986-87	281919.60	281919.60	100
TOTAL	1100442	1100442	100

ESTADO DE SINALOA DR 010 CULIACAN

1983-84	897567	1580224	56.80
1984-85	1055322	1825817	57.80
1985-86	1421142	2560616	55.50
1986-87	1352208	2458560	55
TOTAL	4726239	8425217	56.10

CUADRO A22. CONTINUACION

	VOLUMEN NETO	VOLUMEN BRUTO	EFICIENCIA DE CONDUCCION
SISTEMA HUMAYA			
1983-84	1024837	1713609	59.81
1984-85	1029378	1768691	58.20
1985-86	1229027	2159977	56.90
1986-87	1200742	2159608	55.60
TOTAL	4483984	7801885	57.47
SISTEMA SAN LORENZO			
1983-84	405382	790218	51.30
1984-85	615299	1268658	48.50
1985-86	693728	1501576	46.20
1986-87	692871	1519454	45.60
TOTAL	2407280	5079906	47.39
DR 063 GUASAVE			
1983-84	795224	1286770	61.80
1984-85	835932	1412047	59.20
1985-86	803494	1434811	56.00
1986-87	950041	1693478	56.10
TOTAL	3384691	5827106	58.09
DR 074 MOCORITO			
1983-84	235193	434738	54.10
1984-85	201895	359244	56.20
1985-86	215785	407911	52.90
1986-87	232852	460182	50.60
TOTAL	885725	1662075	53.29

CUADRO A22. CONTINUACION

	VOLUMEN NETO	VOLUMEN BRUTO	EFICIENCIA DE CONDUCCION
DR 076 VALLE DEL FUERTE			
1983-84	2320123	4328588	53.60
1984-85	2608075	4707717	55.40
1985-86	1824252	3156145	57.80
1986-87	2438313	4425250	55.10
TOTAL	9190763	16617700	55.31
ESTADO DE SONORA DR 037 CABORCA			
1983-84	602352	602352	100.00
1984-85	579823	588056	98.60
1985-86	548452	552875	99.20
1986-87			
TOTAL	1730627	1743283	99.27
DR 041 RIO YAQUI			
1983-84	1739333	2821594	61.64
1984-85			
1985-86	3101239	5330071	58.18
1986-87	2273922	3812914	59.64
TOTAL	7114494	11964579	59.46
DR 038 RIO MAYO. BOMBEO Y GRAVEDAD			
1983-84	938339	938339	100.00
1984-85	--	--	--
1985-86	642873	1026954	62.60
1986-87	734545	1234529	59.50
TOTAL	2315757	3199822	72.37

FUENTE: Dirección de Normas y Operación de Obras de Infraestructura y Areas de Cultivo. SARH. 1989

**CUADRO A23. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA SUPERFICIE TOTAL
SEMBRADA**

AÑO	TOTAL	ALGODON	TRIGO	ALFALFA	CEBADA	RYE GRASS	ESPARRAGO	CEBOLLIN	VARIOS*
1964-65	99.93	67.55	28.98	2.44	.40		.11		.45
1969-70	90.77	34.05	40.35	8.54	5.46		.40		1.97
1974-75	75.72	22.91	18.83	9.87	13.45	7.41	.97		2.28
1979-80	81.70	33.86	23.10	6.41	9.63	4.38	.77		3.55
1984-85	76.91	18.90	38.83	7.92	3.15	4.52	1.01		2.58
1986-87	80.85	18.00	41.04	6.06	3.96	5.25	1.23		5.31
1987-88	90.64	31.41	30.96	7.55	5.29	6.84	1.70	1.97	4.92

FUENTE: Calculado con base en datos de la Subjefatura de Operación de Distrito, DDR 002 Río Colorado

* Se incluyen hortalizas de invierno y de primavera

** El total indica el porcentaje sumado de los cultivos

*** Los cálculos por cultivos tienen como base el total general

CUADRO A24. ESTRUCTURA PORCENTUAL DE LOS CULTIVOS EN EL VALOR DE LA PRODUCCION EN EL DDR-002 RIO COLORADO

CULTIVO	1985-86	1986-87	1987-88
CARTAMO	.61	.77	.850
CEBADA	1.75	1.33	1.620
TRIGO	24.84	16.92	16.300
RYE GRASS	3.67	2.70	2.660
CEBOLLIN			9.190
ALFALFA	7.01	6.04	8.500
ESPARRAGO	4.05	3.22	4.470
VID	3.20	2.09	3.350
FRUTALES	.79	.56	.490
ALGODONERO	28.46	47.66	33.480
SORGO GRANO	2.55	1.39	.240
SORGO F.VERDE	.63	.64	.580
SORGO HENO	.19	.28	.130
MAIZ	2.37	1.31	.340
AJONJOLI	5.78	3.45	1.040
SOYA		.06	.007
VARIOS*	14.05	16.52	16.680
TOTAL	100.00	100.00	100.000

* Incluye hortalizas de invierno y primavera

FUENTE: Informes de Producción, rendimiento y valor de la cosecha del DDR-002 Río Colorado

CUADRO A25. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN EL VALOR TOTAL DE LA COSECHA

CULTIVO % DEL VALOR TOTAL DE LA COSECHA									
AÑO	TOTAL	ALGODON	TRIGO	ALFALFA	CEBADA	RYE	GRASS	ESPARRAGO	CEBOLLIN VARIOS
1964-65	99.88	81.52	16.78	.85	.26			.47	
1969-70	92.57	45.23	30.66	10.48	2.65			2.36	1.19
1974-75	76.98	41.74	16.13	12.80			2.39	3.26	.66
1979-80	91.74	54.92	16.60	4.81	3.78	1.51	1.41		8.71
1984-85	87.57	27.12	22.97	7.65	1	1.49	10.78		16.56
1986-87	94.39	47.66	16.92	6.04	1.33	2.70	3.22		16.52
1987-88	92.84	33.48	16.30	8.50	1.62	2.60	4.47	9.19	16.68

FUENTE: Calculado con base en datos de la sub Jefatura de Operación de Distrito. DDR 002
Río Colorado

* Incluye hortalizas de invierno y primavera

** El total sólo indica la sumatoria de estos cultivos

*** Los porcentajes están calculados respecto al total general

CUADRO A26. ESTRUCTURA PORCENTUAL DE LOS CULTIVOS EN LA SUPERFICIE TOTAL COSECHADA, RESPECTO AL CICLO Y AL AÑO AGRICOLA, EN EL DDR 002 RIO COLORADO

CULTIVOS	PARTICIPACION DEL CULTIVO EN LA SUPERFICIE (%)					
	1985-86		1986-87		1987-88	
<u>O-I</u>	CICLO	AÑO	CICLO	AÑO	CICLO	AÑO
CARTAMO	1.52	.80	3.58	1.98	3.22	1.58
CEBADA	7.83	4.14	6.88	3.81	10.24	5.02
TRIGO	76.82	40.59	73.76	40.88	61.60	30.24
RYE GRASS	8.92	9.71	9.72	5.39	14.43	7.08
CEBOLLIN	ND	ND	ND	ND	4.09	2.01
VARIOS	4.94	2.61	6.04	3.34	6.39	3.14
SUBTOTAL	430.961	52.840	132.360	55.420	99.749	49.090
	*	**				
<u>PERENNES</u>						
ALFALFA	81.33	7.91	72.67	6.11	74.54	7.82
ESPARRAGO	8.55	.83	14.27	1.20	13.56	1.42
VID	8.37	.81	10.21	.85	9.44	.99
FRUTALES	1.73	.16	2.83	.23	2.43	.25
SUBTOTAL	24.117	9.730	20.081	8.400	21.325	10.490
<u>P-V</u>						
ALGODONERO	44.23	16.55	50.48	18.26	79.62	32.18
SORGO G	11.25	4.23	11.11	4.02	2.07	.83
VERDE PICAD	3.16	1.18	4.67	1.69	4.87	1.96
HENIFICADO	1.76	.66	3.10	1.12	.92	.37
MAIZ	9.20	3.44	4.93	1.78	2.19	.88
AJONJOLI	24.88	9.31	19.84	7.17	5.78	2.33
SOYA	ND	ND	.43	.15	.05	.02
VARIOS	5.44	2.03	5.40	1.95	4.47	1.80
SUBTOTAL	92.728	37.410	86.389	36.170	82.119	40.410
TOTAL	247.806	247.806	238.830	238.830	203.193	203.193

NOTA: * Es igual a la superficie (ha) por ciclo.

** Indica el porcentaje del ciclo respecto al total (año)

FUENTE: Calculado con base en datos de los informes de producción, rendimiento y valor de la cosecha DDR 002 Río Colorado, varios años agrícolas

CUADRO A27. ESTRUCTURA PORCENTUAL EN EL VALOR DE LA PRODUCCION POR CICLO EN LOS ULTIMOS 4 AÑOS AGRICOLAS

CICLO	1984-85 %	1985-86 %	1986-87 %	1987-88 %
O-I	33.95	39.06	31.50	41.42
P	20.09	15.06	12.93	16.83
P-V	45.95	45.88	55.56	41.75
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00

FUENTE: Calculado con base en los datos de los informes de producción, rendimientos y valor de la cosecha, Subjefatura de Operación de Distrito

CUADRO A28. PORCENTAJES DE LA SUPERFICIE AUTORIZADA Y MONTOS DE CREDITO (AVIO) EJERCIDO PARA CUATRO CICLOS EN DIVERSOS CULTIVOS DEL DDR 002 RIO COLORADO

GRUPOS DE CULTIVOS	SUPERFICIE %				CREDITO		EJERCIDO %	
	1986 O-I	1987 P-V	1987 O-I	1988 P-V	1986 O-I	1987 P-V	1987 O-I	1988 P-V
MAIZ		2.40		2.10		.90		2.00
TRIGO	80.40		62.70		76.90		62.80	
ALGODON		49.20		59.30		79.80		96.70
OLEAGINOSOS	3.10	24.00	3.10	19.40	2.60	9.10	2.40	1.30
FORRAJEROS	13.60	10.90	34.40	9.80	10.90	4.10	25.60	1.20
FRUTALES	2.20		2.40		8.50		7.70	
HORTALIZAS	.10	.03	.40	.02	.50	.02	.90	ND
INDUSTRIALES	.30	13.20	.30	9.20	.30	5.70	.20	.30

FUENTE: Datos calculados con base en las formas consolidado de BNCR, Sucursal A. Mexicali, B.C. 1989

NOTA: Oleaginosas incluye cártamo en O-I y en P-V ajonjolí y cártamo; las forrajeras de O-I son cebada F y alfalfa siendo para P-V los sorgos F, los frutales en O-I son vid y manzano; las hortalizas en O-I son lechuga y cebolla bola y en P-V incluye tomate, y el grupo de industrial para O-I es cebada maltera y para P-V es sorgo grano.

CUADRO A29. COSTOS DE PRODUCCION/HA Y CUOTA LIMITE DE CREDITO PARA CULTIVOS DEL CICLO P-V, EN EL DDR 002, RIO COLORADO

CULTIVO	CICLO P-V	COSTO PRODUCCION	CUOTA DE CREDITO
AJONJOLI	1984-84	63593	54761
	1985-85	104539	90151
	1986-86	147638	125117
	1987-87	309835	221714
	1988-88	770418	469573
ALGODON	1984-84	145866	124427
	1985-85	280540	210600
	1986-86	442356	353885
	1987-87	1106224	790160
	1988-88	2821872	2204588
MAIZ	1984-84	62711	53862
	1985-85	118748	88918
	1986-86	224618	179694
	1987-87	525686	450547
	1988-88	1172542	751598
SORGO G	1984-84	42960	37015
	1985-85	110106	75312
	1986-86	203124	164599
	1987-87	474841	339172
	1988-88	1052765	587022
SORGO F	1984-84	51160	43934
	1985-85	97824	84139
	1986-86	125067	107816
	1987-87	396368	283120
	1988-88	718628	570340
SOYA	1984-84	ND	ND
	1985-85	130187	115190
	1986-86	193134	117504
	1987-87	452469	323192
	1988-88	924374	611299

FUENTE: Datos extraídos de las formas PO-1 "A", Banco de Crédito Rural del Noroeste S.N.C. Sucursal "A", Mexicali, B.C.

CUADRO A30. COSTOS DE PRODUCCION/HA Y CUOTA LIMITE DE CREDITO PARA CULTIVOS DEL CICLO O-I, EN EL DDR 002 RIO COLORADO

CULTIVO	CICLO O-I	COSTO DE PRODUCCION	CUOTA DE CREDITO
ALFALFA	1984-85	88532	95412
	1985-86	124589	123824
	1986-87	256414	176837
	1987-88	798610	551210
	1988-89	1926062	1074824
CEBOLLA (B)	1984-85	155832	133932
	1985-86	200180	169644
	1986-87	359962	257121
	1987-88	1747242	1894687
	1988-89	3774306	1041800
CEBADA MALT	1984-85	80692	68997
	1985-86	141578	113982
	1986-87	382858	273470
	1987-88	980516	721256
	1988-89	ND	ND
CARTAMO	1984-85	77325	66494
	1985-86	119772	101502
	1986-87	234129	167235
	1987-88	597755	412255
	1988-89	943180	192137
CEBADA FORR	1984-85	69272	59038
	1985-86	143899	113948
	1986-87	285357	203827
	1987-88	980516	721256
	1988-89	1277571	1031222
TRIGO	1984-85	104209	87758
	1985-86	174097	147540
	1986-87	363140	259386
	1987-88	1159943	799961
	1988-89	1423297	1211172
TRIGO SURCO	1988-89	1224898	1221147

FUENTE: Calculado con base en datos de las formas P01 "A" del Banco de Crédito Rural. Mexicali, B.C.

CUADRO A31. COSTOS DE PRODUCCION/HA Y CUOTA LIMITE DE CREDITO PARA CULTIVOS DE O-I EN EL DDR 002 RIO COLORADO (PESOS)

CULTIVO	CICLO O-I	COSTO DE PRODUCCION	CUOTA DE CREDITO
VID	1984-85	196618	168560
	1985-86	325812	271510
	1986-87	999744	714103
	1987-88	2991455	2063755
	1988-89	3525022	3050649
PRADERAS	1984-85	60077	60077
	1985-86	109787	91489
	1986-87	105734	75524
	1987-88	653325	450625
	1988-89	877685	640417

Vid; mantenimiento

Alfalfa; mantenimiento

Cebolla bola; incluye empaque o envase

FUENTE: Datos extraídos de las formas PO1 "A" del Banco de Crédito Rural S.N.C., sucursal "A", Mexicali, B.C. 1989

CUADRO A32. SUPERFICIE REGADA POR SISTEMA EN PRIMEROS CULTIVOS, AÑO 1987-1988

SUPERFICIE REGADA				
CULTIVOS	GRAVEDAD	P.FEDERAL	P.PARTICULAR	TOTAL
CARTAMO	2375	823	306	3504
CEBADA	10878	86	86	11050
TRIGO	45024	15213	5255	65492
RYE GRASS	14464	105	19	14588
CEBOLLIN	2384	815	817	4016
VARIOS O-I	5085	954	772	6811
ALFALFA	11154	3320	2102	16576
ESPARRAGO	2470	571	903	3944
VID	765	571	776	2112
FRUTALES	299	131	259	689
ALGODONERO	36914	21856	7204	65974
SORGO G.TEM.	712	95	117	924
SORGO G.TAR.	936	40	31	1007
SORGO F.TEM.	3287	62	24	3373
SORGO F.TAR.	1051	66	1	1118
MAIZ TEM.	415	17	27	459
MAIZ TAR.	1350	113	33	1496
AJONJOLI	2132	903	519	3554
SOYA	9	1	0	10
VARIOS P-V	3321	801	406	4528
TOTAL	145025	46543	19657	211225

FUENTE: Resultados Plan de Riegos, 1987-1988, DDR 002 Río Colorado

CUADRO A33. SUPERFICIE REGADA POR SISTEMA EN SEGUNDOS CULTIVOS, AÑO 1987-1988

SUPERFICIE REGADA				
CULTIVOS	GRAVEDAD	P.FEDERAL	P.PARTICULAR	TOTAL
SORGO G	0	158	43	201
SORGO F	0	180	27	207
MAIZ	0	303	63	366
AJONJOLI	0	1830	352	2182
SOYA	0	25	0	25
VARIOS	0	144	18	162
TOTAL	0	2640	503	3143

FUENTE: Resultados Plan de Riegos, 1987-1988, DDR 002 Río Colorado

CUADRO A34. SUPERFICIE REGADA POR SISTEMA EN SEGUNDOS CULTIVOS, ULTIMOS AÑOS

SUPERFICIE REGADA				
AÑO	GRAVEDAD	P.FEDERAL	P.PARTICULAR	TOTAL
1982-83	20855	11390	4085	36330
1983-84	24416	12393	3498	40307
1984-85	18228	14410	5471	38109
1985-86	26774	17314	6797	50885
1986-87	13078	15198	4070	32346
1987-88	0	2640	503	3143

FUENTE: Resultados Plan de Riegos, DDR 002 Río Colorado

NOTA: Media del período igual a 33520 has.

CUADRO A35.PATRON DE CULTIVOS AÑO 1987-1988 - TOTAL
DISTRITO, DDR 002, RIO COLORADO

CULTIVOS	SUPERFICIE SEMBRADA	COSECHADA	RENDIMIEN TON/HA	PROD TONS	PRECIO M.R \$
O-I					
CARTAMO	3371	3218	2.425	7804	600000
CEBADA	11131	10218	2.717	27762	320000
TRIGO	65141	61446	4.680	287567	310000
RYE GRASS	14399	14399	45.500	669554	21750
CEBOLLIN	4153	4086	12.950	52914	950000
VARIOS	6495	6382	14.443	92175	640000
PERENNES					
ALFALFA	15897	15897	13.000	206661	225000
ESPARRAGO	3588	2893	4.700	13597	1800000
VID	2038	2015	9.530	19203	954218
FRUTALES	618	520	15.000	7800	350000
P-V					
ALGODONERO	66088	65388	4.000	261552	700000
SORGO G	1774	1700	3.200	5440	250000
SORGO F VE	4000	4000	28.000	112000	28500
SORGO F HE	761	761	12.000	9132	80000
MAIZ	1934	1800	3.000	5400	350000
AJONJOLI	5065	4750	1.000	4750	1200000
SOYA	44	44	1.200	53	795000
VARIOS	3876	3676	13.500	49626	650000
TOTAL	210373	203193		1832990	

FUENTE: Subjefatura de Operación, DDR 002

CUADRO A36. CALCULO DE CAPITAL NECESARIO PARA CUBRIR LAS CUOTAS DE CREDITO PARA UN PATRON COMO EL DEL AÑO 1987-1988 (PRIMEROS CULTIVOS)

CULTIVO	GRAVEDAD HA SEMBRADAS	CUOTA/HA MILES DE \$	TOTAL MILES DE \$
CARTAMO	2375	412.255	979105.625
CEBADA	10878	721.256	7845822.768
TRIGO	45024	799.961	36017444.064
RYE GRASS	14464	450.625	6517840.000
CEBOLLIN	2384	4405.800	10503427.200
VARIOS O-I	5085	1917.360	9749775.600
ALFALFA	11154	551.210	6148196.340
ESPARRAGO	2470	4405.800	10882326.000
VID	765	2063.755	1578772.575
FRUTALES	299	2549.149	762195.551
ALGODONERO	36914	2334.437	86173407.418
SORGO G TEM	712	587.022	417959.664
SORGO F TEM	3287	570.340	1874707.580
SORGO F TAR	1051	570.340	599427.340
MAIZ TEM	415	751.598	311913.170
AJONJOLI	2132	496.573	1058693.636
SOYA	9	611.299	5501.691
VARIOS P-V	3321	2181.934	7246202.814
			188672719.036

FUENTE: Extraídos de formas P01, Banco de Crédito Rural, Mexicali, B.C.1989

CUADRO A37. CALCULO DE CAPITAL NECESARIO PARA CUBRIR LAS CUOTAS DE CREDITO PARA UN PATRON COMO EL DEL AÑO 1987-1988 (PRIMEROS CULTIVOS)

CULTIVO	P.FEDERAL HA SEMBRADAS	CUOTA/HA MILES DE \$	TOTAL MILES DE \$
CARTAMO	823	412.255	339285.865
CEBADA	86	721.256	62028.016
TRIGO	15213	799.961	12169806.693
RYE GRASS	105	450.625	47315.625
CEBOLLIN	815	4405.800	3590727.000
VARIOS O-I	954	1917.360	1829161.440
ALFALFA	3320	551.210	1830017.200
ESPARRAGO	571	4405.800	2515711.800
VID	571	2063.755	1178404.105
FRUTALES	131	2549.149	333938.519
ALGODONERO	21856	2334.437	51021455.072
SORGO G TEM	95	587.022	55767.090
SORGO F TEM	62	570.340	35361.080
SORGO F TAR	66	570.340	37642.440
MAIZ TEM	17	751.598	12777.166
AJONJOLI	903	496.573	448405.419
SOYA	1	611.299	611.299
VARIOS P-V	801	2181.934	1747729.134

FUENTE: Extraídos de formas P01, Banco de Crédito Rural, Mexicali, B.C.1989

CUADRO A38. CALCULO DE CAPITAL NECESARIO PARA CUBRIR LAS CUOTAS DE CREDITO PARA UN PATRON COMO EL DEL AÑO 1987-1988 (PRIMEROS CULTIVOS)

CULTIVO	P.PARTICULAR HA SEMBRADAS	CUOTA/HA MILES DE \$	TOTAL MILES DE \$
CARTAMO	306	412.255	126150.030
CEBADA	86	721.256	62028.016
TRIGO	5255	799.961	4203795.055
RYE GRASS	19	450.625	8561.875
CEBOLLIN	871	4405.800	3837451.800
VARIOS O-I	772	1917.360	1480201.920
ALFALFA	2102	551.210	1158643.420
ESPARRAGO	903	4405.800	3978437.400
VID	776	2063.755	1601473.880
FRUTALES	259	2549.149	660229.591
ALGODONERO	7204	2334.437	16817284.148
SORGO G TEM	117	587.022	68681.574
SORGO F TEM	24	570.340	13688.160
SORGO F TAR	1	570.340	570.340
MAIZ TEM	27	751.598	20293.146
AJONJOLI	519	496.573	257721.387
SOYA	0	611.299	0
VARIOS P-V	406	2181.934	885865.204
			35181076.946

FUENTE: Extraídos de formas P01, Banco de Crédito Rural, Mexicali, B.C.1989

CUADRO A39. CALCULO DE CAPITAL NECESARIO PARA CUBRIR LAS CUOTAS DE CREDITO PARA UN PATRON COMO EL DEL AÑO 1987-1988 (PRIMEROS CULTIVOS)

CULTIVO	GRAVEDAD HA SEMBRADAS	CUOTA/HA MILES DE \$	TOTAL MILES DE \$
CARTAMO	3505	412.255	1444953.775
CEBADA	11050	721.256	7969878.800
TRIGO	65492	799.961	52391045.812
RYE GRASS	14148	450.625	6375442.500
CEBOLLIN	4070	4405.800	17931606.000
VARIOS O-I	6811	1917.360	13059138.960
ALFALFA	16576	551.210	9136856.960
ESPARRAGO	3944	4405.800	17376475.200
VID	2112	2063.755	4358650.560
FRUTALES	689	2549.149	1756363.661
ALGODONERO	65974	2334.437	154012146.638
SORGO G TEM	924	587.022	542408.328
SORGO F TEM	3373	570.340	1923756.820
SORGO F TAR	1118	570.340	637640.120
MAIZ TEM	459	751.598	344983.482
AJONJOLI	3554	496.573	1764820.442
SOYA	10	611.299	6112.990
VARIOS P-V	4528	2181.934	9879797.152
			300912078.200

FUENTE: Extraídos de formas P01, Banco de Crédito Rural, Mexicali, B.C.1989

CUADRO A40. LAMINA NETA APLICADA A LA PARCELA PROMEDIO EN EL DISTRITO POR CULTIVO

	CULTIVO	AGUA MM3/HA
P1	CARTAMO	7.276
P2	CEBADA	8.506
P3	TRIGO	9.259
P4	RYE GRASS	9.422
P5	CEBOLLIN	9.686
P6	VARIOS O-I	7.970
P7	ALFALFA	19.756
P8	ESPARRAGO	15.419
P9	VID	16.323
P10	FRUTALES	13.421
P11	ALGODONERO	12.666
P12	SORGO G TEM	989
P13	SORGO F TEM	11.358
P14	SORGO F TAR	7.369
P15	MAIZ TEM	10.035
P16	AJONJOLI	7.056
P17	SOYA	11.454
P18	VARIOS P-V	7.559

FUENTE: Resultados Plan de Riegos, DDR 002, Río Colorado, Ciclo 1987-1988 (Calculados)

CUADRO A41. PORCENTAJE DEL COSTO DEL AGUA SOBRE LOS COSTOS DE PRODUCCION POR CULTIVO/HA, DURANTE EL AÑO AGRICOLA 1987-1988, EN EL DDR 002

CULTIVO	COSTO PRODUCCION MILES DE \$	COSTO AGUA MILES DE \$	% COSTO AGUA
CARTAMO	412.255	19.220	4.662
CEBADA	721.256	16.975	2.354
TRIGO	799.961	20.370	2.546
RYE GRASS	450.625	30.555	6.781
CEBOLLIN	4405.800	230.000	5.220
VARIOS O-I	1917.360	27.000	1.408
ALFALFA	551.210	33.950	6.159
ESPARRAGO	4405.800	230.000	5.220
VID	2063.755	33.750	1.635
FRUTALES	2549.149	54.000	2.118
ALGODONERO	2334.437	27.000	1.157
SORGO G TEM	587.022	27.000	4.599
SORGO F TEM	570.340	27.000	4.734
SORGO F TAR	570.340	27.000	4.734
MAIZ TEM	751.598	31.500	4.191
AJONJOLI	496.573	22.500	4.531
SOYA	611.299	22.500	3.681
VARIOS P-V	2181.934	27.000	1.237

FUENTE: Calculado con base en datos y formas P01 de Banrural e informes varios

NOTA 1: En varios O-I están incluidos lechuga y cebolla, en frutales sólo manzano (500 árboles/ha)

NOTA 2: En espárrago incluye establecimiento y costo de semilla

CUADRO A42. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LOS COSTOS DEL AGUA EN LOS COSTOS DE PRODUCCION 1987-1988, EN EL VALLE IMPERIAL, C.A.

CULTIVO	COSTO DOLARES	COSTO AGUA DOLARES	%/ACRE
ESPARRAGO	3403.47	85.50	2.51
CEBOLLIN	3475.58	45.00	1.29
MELON	1688.95	33.75	2.00
SANDIA	1311.70	27.00	2.06
COLIFLOR	3015.89	45.00	1.49
LECHUGA	2760.97	36.00	1.30
BROCOLI	2746.89	40.50	1.47
ALFALFA	394.72	67.50	17.10
TRIGO	229.65	27.00	11.76
ALGODON	891.70	54.00	6.06
RYE GRASS	614.78	52.20	8.49
MAIZ	451.55	33.75	7.47

FUENTE: Calculado de Cooperative Extension University of California, 1987-1988. Guide Lines to production costs and practices, vegetable crops and field crops. Circulares 104-V, 104-F, imperial County, El Centro, C.A.

CUADRO A43. PRECIOS PROMEDIO ANUALES DE LA FIBRA DE ALGODON SEGUN ORIGEN, VENDIDO EN EL NORTE DE EUROPA, CALIDAD M1-3/32-CIF, EN US CENTS/LB

AÑO	MEXICO	US MEMPHIS	AMERICA CENTRAL
1970	30.68	30.02	28.45
1971	35.48	34.25	33.68
1972	37.49	35.73	34.97
1973	49.40	64.83	57.95
1974	66.17	66.80	58.65
1975	55.94	60.06	51.55
1976	79.26	79.79	77.13
1977	73.87	72.21	68.60
1978	72.93	72.58	70.25
1979	77.43	77.22	73.19
1980	94.18	97.96	91.37
1981	85.25	89.18	81.70
1982	72.80	75.56	71.68
1983	84.79	84.07	82.80
1984	80.30	81.17	79.52
1985	61.74	71.32	57.46
1986	52.85	57.30	48.45
1987	76.13	74.01	74.29
1988	63.43	69.16	62.74
1989	72.17	75.77	72.11

FUENTE: Naciones Unidas, 1989, Boletín Mensual de precios de productos básicos, noviembre de 1989, Suplemento

CUADRO A44. VARIEDADES QUE SE SIEMBRAN POR CULTIVO EN EL DDR
002 RIO COLORADO

CULTIVO	VARIEDADES
ALFALFA	Mesa Sirsa, Sonora, Moapa, NK-819, CUF-UC, CARGO, UC SALTON
CEBADA MALTERA	Apizaco, Puebla, Rumorosa, Centinela, Cerro Prieto, Numar, CM-67, CM-72, Sumbate
CEBADA FORRAJERA	Apizaco, Numar, Cerro Prieto, CM-72, Sumbate
CARTAMO	Gila
CEBOLLA BOLA	White Alamo, Early Supreme, White Mexican, Blanca Española, Australian Cafe
TRIGO	Pavon, Altar, Mexicali, Cajeme, Yecora, Sonoita, Opata, Imuris, Yavarios, Uris, Seri, Tessia, Genaro, Tonichi
LECHUGA	Vanguard, Climax, Great Lakes 407-659, Mesa-659, Winter Haven, Anna, Dorset Golden
VID	Thompson Seedless, Carignan, Exotica, Grenache, Flame, Perlette, Mission
PRADERAS	Rye Grass, Oregon
AJONJOLI	Eva, Teras`77
ALGODON	Deltapine 70, 80, 90, Stoneville-213, Yaquimi-86, Cubachi 86, Deltapine 16-61
MAIZ	H-180, H-419, H-422, V-455, 6-795W, Whie Master, H-412, H-509, NK-T-47
SORGO GRANO	NK-180, DD-50, BR-57, NK-280, Topaz, Asgrow Canada
SORGO FORRAJERO	Sudan Ed 11, SX-17, PIPER, FS-25, NR-318, NK-467, Sudan-79, Kow Kandy, Hay Grazer, Cajeme, Suaki-86, Davis, Batuc-86
AVENA FORRAJERA	Putnam, Chihuahua, Rapida, Sierra, Curt

FUENTE: Formas PO-1, Banco de Crédito Rural, Sucursal "A", Mexicali, B:C 1989. INIA 1984. Guía para la asistencia Técnica Agrícola, Valle de Mexicali

CUADRO A45. PAGO DESTINADO AL AGUA POR PESO OBTENIDO EN EL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION. AÑO AGRICOLA 1987-1988

CULTIVO	VALOR BRUTO \$/Ha	COSTO DEL AGUA \$/Ha	PAGO AGUA \$
CARTAMO	1455000	19220	0.0132
CEBADA	869440	16975	0.019
TRIGO	1450800	20370	0.014
CEBOLLIN	12302500	23000	0.018
VARIOS 0-I	9243520	27000	0.002
ALFALFA	2925000	33950	0.011
VID	9093697	33750	0.003
ALGODON	2800000	27000	0.009
SORGO GRANO	800000	27000	0.033
SORGO FORRAJERO	798000	27000	0.033
MAIZ	1050000	31500	0.030
SOYA	954000	22500	0.023

FUENTE: Subjefatura de operación del Distrito de Desarrollo Rural 002 Río Colorado, formas PO-1, Banco de Crédito Rural, Sucursal "A" Mexicali

CUADRO A46. APORTACION DE CADA PESO INVERTIDO EN AGUA, EN EL VALOR BRUTO GENERADO POR CULTIVO POR HECTAREA, AÑO AGRICOLA 1987-1988

CULTIVO	* VALOR BRUTO \$/Ha	COSTO DEL AGUA \$/Ha	APORTACION \$
CARTAMO	1455000	19220	75.70
CEBADA	869440	16975	51.21
TRIGO	1450800	20370	71.22
CEBOLLIN	12302500	230000	53.48
VARIOS 0-I	9243520	27000	342.35
ALFALFA	292500	33950	86.15
VID	9093697	27000	269.44
ALGODON	2800000	27000	103.70
SORGO GRANO	800000	27000	29.62
SORGO FORRAJERO	798000	27000	29.55
MAIZ	1050000	31500	33.33
SOYA	954000	22500	42.40

FUENTE: Datos extraídos de la Subjefatura de Operación del Distrito de Desarrollo Rural 002 Río Colorado

* Calculado con precio medio rural

CUADRO A47. PARTICIPACION PORCENTUAL DE LOS COSTOS DEL AGUA Y LOS FERTILIZANTES EN LOS COSTOS VARIABLES DE PRODUCCION POR HECTAREA DURANTE EL AÑO AGRICOLA 1987-1988

CULTIVO	COSTO DE PRODUCCION PRODUCCION	COSTO AGUA \$	%	COSTO	%
CARTAMO	597755	19220	3.25	41.390	6.92
CEBADA	980516	16975	1.73	69240	7.06
TRIGO	1159943	20370	1.75	86000	7.41
ALFALFA	798610	33950	4.25	64800	8.11
VID	2991455	33750	1.13	123180	4.11
PRADERAS	653325	30555	4.67	117250	17.94
ALGODON	2821872	27000	0.95	110750	3.92
SORGO GRANO	1052765	27000	2.56	85750	8.14
SORGO FORRAJERO	718628	27000	3.75	103070	14.34
MAIZ	1172542	31500	2.68	123300	10.51
AJONJOLI	770418	22500	2.92	73538	9.54
SOYA	924374	22500	2.43	52800	5.71

FUENTE: Calculado con base en datos extraídos de las formas PO-1 "A", Banco de Crédito Rural Sucursal "A", Mexicali.

