



**Nuevo
León
Unido**

Gobierno para Todos

**INSTITUTO
DEL AGUA**
DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN



Corporación para el
Desarrollo Agropecuario



Diagnóstico sobre la Gestión y el Uso del
Agua en el Sector

Agropecuario de Nuevo León



INSTITUTO
DEL AGUA
DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN



DIAGNÓSTICO SOBRE LA GESTIÓN Y EL USO DEL AGUA EN EL SECTOR AGROPECUARIO DE NUEVO LEÓN

Monterrey, N. L., octubre de 2011.

Primera Edición
31 de octubre de 2011

D.R. © INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN
Av. Alianza Norte No. 306
Parque de Investigación e Innovación Tecnológica
Km 10 de la autopista al aeropuerto Mariano Escobedo
66600 Apodaca, N.L.
Tel. (81) 81-96-11-00
Fax (81) 18-77-05-13
www.ianl.org.mx

ISBN: 978-607-9203-00-9
De la edición impresa

ISBN: 978-607-9203-01-6
De la edición electrónica

Fotos de portada: David Ortega-Gaucin
Diseño de portada: Victoria Burgos García

Se autoriza la reproducción de este documento
siempre y cuando se cite la fuente y sea sin fines de lucro.

Impreso en México / *Printed in Mexico*

DIRECTORIO

GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN

LIC. RODRIGO MEDINA DE LA CRUZ
GOBERNADOR DEL ESTADO

DR. MARCO ANTONIO GONZÁLEZ
DIRECTOR GENERAL
CORPORACIÓN PARA EL
DESARROLLO AGROPECUARIO

INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN

ING. HUMBERTO VELA DEL BOSQUE
DIRECTOR GENERAL

ING. ERICK SANTOS RODRÍGUEZ
DIRECTOR DE PLANEACIÓN

DR. DAVID ORTEGA-GAUCIN
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN

ING. ERICK RIVAS RODRIGUEZ
COORDINADOR DE VINCULACIÓN

C.P. ROBERTO SANDOVAL RODRÍGUEZ
COORDINADOR DE ADMINISTRACIÓN

DAVID ORTEGA-GAUCIN
AUTOR Y RESPONSABLE TÉCNICO DEL PROYECTO

Siglas

ACU	Asociación Civil de Usuarios
CDANL	Corporación para el Desarrollo Agropecuario de Nuevo León
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAZA	Comisión Nacional de las Zonas Áridas
DDR	Distrito de Desarrollo Rural
DGG	Dirección General de Geografía
DR	Distrito de Riego
GENL	Gobierno del Estado de Nuevo León
IANL	Instituto del Agua del Estado de Nuevo León
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INAFED	Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
OEIDRUS	Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Nuevo León
PIB	Producto Interno Bruto
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación
SFDANL	Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Agropecuario de Nuevo León
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta
SIAP	Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SRL	Sociedad de Responsabilidad Limitada
UR	Unidad de Riego

Unidades

°C	Grados Celcius
ha	Hectárea
kg	Kilogramo
L	Litro
m	Metro
mm	Milímetro
Mm ³	Millones de metros cúbicos
\$	Pesos mexicanos
s	Segundo
ton	Tonelada

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	11
PRESENTACIÓN	17
INTRODUCCIÓN	19
RESUMEN EJECUTIVO	25
PRIMERA PARTE: GENERALIDADES	
CAPÍTULO 1. ASPECTOS GEOGRÁFICOS DE NUEVO LEÓN	41
1.1. Ubicación	41
1.2. División política	42
1.3. Fisiografía	44
1.4. Climatología	47
1.4.1. Tipos de climas	47
1.4.2. Temperatura	50
1.4.3. Precipitación pluvial	53
1.4.4. Evaporación	56
1.4.5. Heladas y granizadas	56
1.5. Hidrografía	57
1.6. Suelos	58
1.7. Usos del suelo	60
1.8. Vegetación	62
1.9. Uso potencial del suelo	65
CAPÍTULO 2. SITUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL ESTADO	71
2.1. Aguas superficiales	72
2.1.1. Regiones y cuencas hidrológicas	72
2.1.2. Disponibilidad de aguas superficiales	81
2.1.3. Vedas para el aprovechamiento de aguas superficiales	86
2.2. Aguas subterráneas	87
2.2.1. Acuíferos	87
2.2.2. Disponibilidad de aguas subterráneas	89
2.2.3. Vedas para el aprovechamiento de aguas subterráneas	106
2.3. Volúmenes de agua concesionados de aguas superficiales y subterráneas	107
2.4. Oportunidades de investigación aplicada	109

CAPÍTULO 3. PANORAMA DEL SECTOR AGROPECUARIO	111
3.1. Actividades productivas del sector agropecuario	112
3.2. Panorama del subsector agrícola	114
3.3. Panorama del subsector pecuario	119
3.4. Distritos de desarrollo rural (DDR)	123
3.4.1. Entorno de las actividades agropecuarias en el DDR Anáhuac	125
3.4.2. Entorno de las actividades agropecuarias en el DDR Apodaca	127
3.4.3. Entorno de las actividades agropecuarias en el DDR Montemorelos	129
3.4.4. Entorno de las actividades agropecuarias en el DDR Galeana	131

**SEGUNDA PARTE:
GESTIÓN Y USO DEL AGUA EN EL SECTOR AGROPECUARIO**

CAPÍTULO 4. DISTRITOS DE RIEGO	137
4.1. Distrito de riego 004 Don Martín	138
4.1.1. Ubicación geográfica	138
4.1.2. Antecedentes, organización y funcionamiento	139
4.1.3. Recursos naturales	143
4.1.4. Infraestructura	147
4.1.5. Producción agrícola y factores que influyen en la producción	152
4.1.6. Eficiencia en el uso del agua	155
4.1.7. Principales problemas	157
4.1.8. Posibles soluciones a la problemática planteada	158
4.1.9. Oportunidades de investigación aplicada	162
4.2. Distrito de riego 031 Las Lajas	164
4.2.1. Ubicación geográfica	164
4.2.2. Antecedentes, organización y funcionamiento	165
4.2.3. Recursos naturales	166
4.2.4. Infraestructura	171
4.2.5. Producción agrícola y factores que influyen en la producción	174
4.2.6. Eficiencia en el uso del agua	177
4.2.7. Principales problemas	178
4.2.8. Posibles soluciones a la problemática planteada	179
4.2.9. Oportunidades de investigación aplicada	181
CAPÍTULO 5. UNIDADES DE RIEGO	183
5.1. Características generales	184
5.2. Producción agrícola	187
5.3. Sociedades en las unidades de riego	192
5.3.1. Sociedad de usuarios de riego del río Conchos	192

5.3.1.1. Ubicación	192
5.3.1.2. Antecedentes, organización y funcionamiento	193
5.3.1.3. Recursos naturales	194
5.3.1.4. Infraestructura	196
5.3.1.5. Producción agrícola y factores que influyen en la producción	198
5.3.1.6. Eficiencia en el uso del agua	199
5.3.1.7. Principales problemas	200
5.3.1.8. Posibles soluciones a la problemática planteada	201
5.3.2. Sociedad de unidades de riego del río Pesquería	203
5.3.2.1. Ubicación	203
5.3.2.2. Antecedentes, organización y funcionamiento	204
5.3.2.3. Recursos naturales	205
5.3.2.4. Infraestructura	208
5.3.2.5. Producción agrícola y factores que influyen en la producción	212
5.3.2.6. Eficiencia en el uso del agua	212
5.3.2.7. Principales problemas	213
5.3.2.8. Posibles soluciones a la problemática planteada	214
5.4. Oportunidades de investigación aplicada	215
CAPÍTULO 6. REGIÓN CITRÍCOLA	217
6.1. Ubicación	218
6.2. Antecedentes y organización del sector cítrícola	218
6.3. Recursos naturales	220
6.4. Producción agrícola y factores que influyen en la producción	223
6.5. Uso de riego	227
6.6. Principales problemas	234
6.7. Posibles soluciones a la problemática planteada	235
6.8. Oportunidades de investigación aplicada	237
CAPÍTULO 7. AGRICULTURA PROTEGIDA	239
7.1. Antecedentes	240
7.2. Infraestructura	242
7.3. Producción agrícola en invernaderos	245
7.4. Eficiencia en el uso del agua	247
7.5. Oportunidades de investigación aplicada	249
CAPÍTULO 8. SUBSECTOR PECUARIO	251
8.1. Zonas ganaderas del estado	253
8.2. Sistemas de producción pecuaria	254
8.2.1. Ganado bovino	254
8.2.2. Ganado caprino	256
8.2.3. Ganado ovino	257
8.2.4. Ganado porcino	257

8.2.5. Aves	259
8.3. Uso del agua en la producción pecuaria	260
8.3.1. Volumen de agua concesionado	260
8.3.2. Consumo de agua por especie animal	262
8.4. Problemas relacionados con el uso del agua en la producción pecuaria	265
8.5. Posibles soluciones a la problemática planteada	267
8.6. Oportunidades de investigación aplicada	269
CONCLUSIONES	273
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	281

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Cuadro	Pág.
1.1.	Principales elevaciones del estado de Nuevo León	46
1.2.	Tipos de climas presentes en el estado de Nuevo León	47
1.3.	Estaciones meteorológicas representativas del estado de Nuevo León	50
1.4.	Temperatura media anual en el estado de Nuevo León	51
1.5.	Precipitación total anual en el estado de Nuevo León	54
1.6.	Tipos de suelos dominantes en el estado de Nuevo León	58
1.7.	Usos del suelo en el estado de Nuevo León	61
1.8.	Principales tipos de vegetación y especies agrícolas de Nuevo León	62
1.9.	Uso potencial del suelo para la agricultura y la ganadería en el estado de Nuevo León	66
2.1.	Regiones y cuencas hidrológicas ubicadas en el estado de Nuevo León	75
2.2.	Disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la Región Hidrológica No. 24 Bravo-Conchos (Subregión Bajo Bravo)	83
2.3.	Disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la Región Hidrológica No. 25 San Fernando-Soto La Marina	84
2.4.	Disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la Región Hidrológica No. 37 El Salado	85
2.5.	Disponibilidad de aguas subterráneas en los acuíferos del estado de Nuevo León	91
2.6.	Títulos y volúmenes de extracción de aguas nacionales concesionados para los diferentes usos en el estado de Nuevo León	108
3.1.	Producción agrícola en el estado de Nuevo León (2009)	116
3.2.	Principales cultivos en el estado (2009)	118
3.3.	Producción pecuaria en el estado de Nuevo León (2009)	120
3.4.	Principales productos pecuarios en el estado (2009)	123
3.5.	Distritos de desarrollo rural del estado de Nuevo León	124
4.1.	Asociaciones civiles de usuarios del DR 004 Don Martín, Coahuila y Nuevo León	141
4.2.	Superficie y número de usuarios por módulo en el DR 004 Don Martín	142
4.3.	Clases de suelos presentes en el DR 004 Don Martín	144
4.4.	Salinidad de suelos en el DR 004 Don Martín	145
4.5.	Producción agrícola por cultivo en el DR 004 (2010)	152
4.6.	Resumen de eficiencias y pérdidas de agua en el DR 004 Don Martín	156
4.7.	Producción agrícola por cultivo en el DR 031 (2009)	175
4.8.	Eficiencias de conducción y pérdidas de agua en el DR 031 Las Lajas	177

No.	Cuadro	Pág.
5.1.	Distribución de las unidades de riego por municipio en el estado de Nuevo León	185
5.2.	Distribución de unidades de riego por tipo de aprovechamiento de agua en el estado de Nuevo León	187
5.3.	Superficies sembradas y volúmenes distribuidos en las unidades de riego del estado de Nuevo León, por DDR (2008)	188
5.4.	Producción agrícola por ciclo y cultivo en las unidades de riego del estado de Nuevo León (2008)	190
5.5.	Superficies de las unidades de riego que integran la SRL del río Conchos	193
5.6.	Producción agrícola de sorgo en la SRL del río Conchos (2007)	199
5.7.	Eficiencias de conducción y aplicación en la zona de riego de la Sociedad del Río Conchos	200
5.8.	Asociaciones Civiles que integran la Sociedad de Unidades de Riego del Río Pesquería	204
5.9.	Plantas de tratamiento de aguas residuales que descargan al río Pesquería	208
5.10.	Eficiencias de conducción y aplicación en la zona de riego de la Sociedad del Río Pesquería	213
6.1.	Variedades de cítricos establecidas en la región citrícola de Nuevo León (2006)	224
6.2.	Valor de la producción y valor agregado que genera la producción de cítricos en el estado de Nuevo León (2009)	225
6.3.	Frecuencia de aplicación del riego en la zona citrícola por municipio	231
6.4.	Fuente de abastecimiento de agua de riego para la superficie citrícola por municipio	232
6.5.	Comparación de costos y beneficios en la producción de cítricos con tecnología de riego y temporal en Nuevo León (2000)	234
6.6.	Proyecto de entubamiento de regaderas en la región citrícola	236
7.1.	Tamaño de los invernaderos instalados en el estado de Nuevo León (2011)	244
7.2.	Superficie y producción obtenida en invernaderos por región y municipio en el estado de Nuevo León (2010)	245
8.1.	Número de pozos para uso pecuario por municipio en el estado de Nuevo León	261
8.2.	Estimación del consumo de agua por especie pecuaria en el estado de Nuevo León (2007)	263

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Figura	Pág.
1.1.	Ubicación geográfica del estado de Nuevo León	42
1.2.	Regiones y municipios del estado de Nuevo León	43
1.3.	Provincias fisiográficas del estado de Nuevo León	44
1.4.	Subprovincias fisiográficas del estado de Nuevo León	45
1.5.	Topografía y principales elevaciones de Nuevo León	46
1.6.	Tipos de climas presentes en el estado de Nuevo León	48
1.7.	Distribución de la temperatura media mensual en el estado de Nuevo León	51
1.8.	Temperatura media anual en el estado de Nuevo León	52
1.9.	Temperaturas máximas anuales en el estado de Nuevo León	52
1.10.	Temperaturas mínimas anuales en el estado de Nuevo León	53
1.11.	Variación de la precipitación mensual en el estado de Nuevo León	54
1.12.	Precipitación total anual en el estado de Nuevo León	55
1.13.	Evaporación media anual en el estado de Nuevo León	57
1.14.	Tipos de suelos presentes en el estado de Nuevo León	59
1.15.	Suelos calcisoles en el sur de Nuevo León	59
1.16.	Suelos vertisoles en la zona citrícola de Nuevo León	60
1.17.	Uso del suelo en el estado de Nuevo León	61
1.18.	Tipos de vegetación predominantes por ecorregión en el estado de Nuevo León	63
1.19.	Matorrales típicos de Nuevo León	64
1.20.	Pastizales típicos de Nuevo León	65
1.21.	Uso potencial agrícola del suelo en el estado de Nuevo León	67
1.22.	Uso potencial pecuario del suelo en el estado de Nuevo León	68
2.1.	Regiones hidrológicas de la República Mexicana	73
2.2.	Regiones hidrológicas del estado de Nuevo León	73
2.3.	Cuencas hidrológicas inscritas en el estado de Nuevo León	74
2.4.	Panorámicas de algunos ríos del estado de Nuevo León	76
2.5.	Red hidrológica superficial del estado de Nuevo León	77
2.6.	Principales cuerpos de agua del estado de Nuevo León	78
2.7.	Panorámicas de la presa de almacenamiento El Cuchillo	79
2.8.	Panorámicas de la presa de almacenamiento Cerro Prieto	80
2.9.	Subregiones hidrológicas de la región hidrológica número 24 Bravo-Conchos	82
2.10.	Cuencas hidrológicas de la región hidrológica número 24 Bravo-Conchos	83
2.11.	Acuíferos de la República Mexicana por región hidrológico-administrativa	87
2.12.	Acuíferos sobreexplotados o con intrusión salina en la República Mexicana	88
2.13.	Acuíferos del estado de Nuevo León	89
2.14.	Localización del acuífero Campo Buenos Aires	93

No.	Figura	Pág.
2.15.	Localización del acuífero Campo Mina	95
2.16.	Localización del acuífero Campo Topochico	97
2.17.	Localización del acuífero Cañón del Huajuco	98
2.18.	Localización del acuífero Natividad-Potosí-Raíces	102
2.19.	Límites del acuífero Campo Papagayos	103
2.20.	Localización del acuífero El Carmen-Salinas-Victoria	104
2.21.	Porción vedada del acuífero El Carmen-Salinas-Victoria	105
2.22.	Zonas de veda para la extracción de aguas subterráneas en el estado de Nuevo León	107
2.23.	Distribución de los volúmenes de aguas nacionales concesionados en el estado de Nuevo León	108
3.1.	Distribución porcentual del PIB sectorial en Nuevo León (2009)	113
3.2.	Composición del PIB del sector agropecuario de Nuevo León (2009)	114
3.3.	Zonas agrícolas del estado de Nuevo León	114
3.4.	Composición de la superficie sembrada de cultivos bajo riego y temporal en Nuevo León (2009)	115
3.5.	Aportación al valor de la producción de los cultivos bajo riego y temporal en Nuevo León (2009)	115
3.6.	Distribución de la producción de los principales cultivos en el estado de Nuevo León	117
3.7.	Zonas ganaderas del estado de Nuevo León	119
3.8.	Composición de la producción pecuaria en el estado de Nuevo León (2009)	121
3.9.	Aportación al valor de la producción pecuaria en el estado de Nuevo León (2009)	121
3.10.	Producción de ganado bovino de la raza Beefmaster en Linares	122
3.11.	Distritos de desarrollo rural del estado de Nuevo León	124
3.12.	Praderas en el DDR Anáhuac	125
3.13.	Cosecha de forrajes en el DDR Anáhuac	126
3.14.	Pastoreo de ganado bovino en el DDR Anáhuac	127
3.15.	Cultivo de sorgo forrajero en el DDR Apodaca	128
3.16.	Producción de ganado bovino en el DDR Apodaca	128
3.17.	Riego por aspersión en una pradera del DDR Montemorelos	130
3.18.	Producción de naranja en el DDR Montemorelos	130
3.19.	Pastoreo de ganado bovino en el DDR Montemorelos	131
3.20.	Cultivo de papa en el DDR Galeana	132
3.21.	Pastoreo de ganado caprino en el DDR Galeana	132
4.1.	Ubicación del DR 004 Don Martín, Coahuila y Nuevo León	138
4.2.	Plano general del DR 004 Don Martín	139
4.3.	Módulos de riego del DR 004 Don Martín	142
4.4.	Climograma del DR 004 Don Martín	143
4.5.	Clases de suelos presentes en el DR 004 Don Martín	144
4.6.	Ejemplos de la vegetación dominante en el DR 004	146
4.7.	Río Salado, municipio de Anáhuac, Nuevo León	147

No.	Figura	Pág.
4.8.	Panorámicas de la Presa de almacenamiento Venustiano Carranza	148
4.9.	Vaso de regulación Laguna de Salinillas, Nuevo León	148
4.10.	Clasificación de canales por tipo de revestimiento en el DR 004 Don Martín	149
4.11.	Canal principal del DR 004 Don Martín	149
4.12.	Canal sublateral en el DR 004 Don Martín	150
4.13.	Estructuras de control y medición del agua en el DR 004 Don Martín	150
4.14.	Canales con invasión de hierbas en el DR 004 Don Martín	151
4.15.	Cultivo de pastos y sorgo en el DR 004 Don Martín	153
4.16.	Parcelas abandonadas o dedicadas al pastoreo en el DR 004 Don Martín	153
4.17.	Registro de aportaciones históricas de agua a la presa Venustiano Carranza (1930-2010)	154
4.18.	Superficie regada en el DR 004 Don Martín (1970-2010)	155
4.19.	Proyecto de redimensionamiento de los módulos del DR 004 Don Martín	159
4.20.	Obras de modernización (entubamiento de regaderas) en el módulo 4 del DR 004 Don Martín	161
4.21.	Agricultura protegida: una opción para la reconversión productiva en el DR 004 Don Martín	163
4.22.	Ubicación del DR 031 Las Lajas, Nuevo León	164
4.23.	Croquis del DR 031 Las Lajas	165
4.24.	Climograma del DR 031 Las Lajas	167
4.25.	Ejemplos de la vegetación dominante en la zona del DR 031 Las Lajas	169
4.26.	Río San Juan, municipio de China, Nuevo León	170
4.27.	Río San Juan aguas abajo de la presa El Cuchillo	170
4.28.	Panorámicas de la presa derivadora Las Lajas	172
4.29.	Ejemplos de plantas de bombeo localizadas sobre el río San Juan	172
4.30.	Canales laterales y sublaterales en el DR 031 Las Lajas	173
4.31.	Ejemplos de drenes del DR 031 Las Lajas	174
4.32.	Escurrimientos históricos del río San Juan (1930-1994) y aportaciones de agua a la presa El Cuchillo (posterior a 1994)	175
4.33.	Superficie regada históricamente en el DR 031 Las Lajas	176
5.1.	Superficie de unidades de riego por municipio en el estado de Nuevo León	186
5.2.	Pozo para uso agrícola en una unidad de riego de General Terán	186
5.3.	Distribución porcentual de la superficie en las unidades de riego según el tipo de aprovechamiento de agua	187
5.4.	Distribución porcentual de la superficie sembrada en las unidades de riego, por DDR	188
5.5.	Distribución porcentual del volumen de agua distribuido en las unidades de riego, por DDR	189

No.	Figura	Pág.
5.6.	Distribución porcentual de la superficie sembrada por cultivo en las unidades de riego	191
5.7.	Distribución porcentual del valor de la producción por cultivo en las unidades de riego (2008)	191
5.8.	Localización de la zona de riego de la Sociedad de Usuarios de Riego del Río Conchos	192
5.9.	Obra de toma y mecanismos de la obra de toma de la presa José S. Noriega	196
5.10.	Ejemplo de estación de bombeo y su respectiva subestación eléctrica	197
5.11.	Represas ubicadas en la red de conducción y distribución	198
5.12.	Cultivo de sorgo en la zona de riego del río Conchos	198
5.13.	Sistema de riego side roll en la zona del río Conchos	199
5.14.	Ubicación de la Sociedad de Unidades de Riego del Río Pesquería	203
5.15.	Climograma de la estación meteorológica Los Ramones	206
5.16.	Suelos ensalitrados en la zona de riego del río Pesquería	207
5.17.	Presas derivadoras de la Sociedad de Unidades de Riego del Río Pesquería	209
5.18.	Red de canales en las unidades de riego del río Pesquería	210
5.19.	Estructuras de regulación y control de la Sociedad de Unidades de Riego del Río Pesquería	210
5.20.	Estructuras de protección en la red de distribución de la Sociedad de Unidades e Riego del Río Pesquería	211
5.21.	Camino de servicio en la zona de riego del río Pesquería	211
5.22.	Cultivo de sorgo en la zona de riego del río Pesquería	212
6.1.	Municipios que integran la región citrícola de Nuevo León	218
6.2.	Suelos vertisoles en la región citrícola	221
6.3.	Ejemplos de vegetación de la región citrícola	222
6.4.	Panorámicas del río Pílon	223
6.5.	Superficie sembrada de cítricos por especie y modalidad de cultivo en Nuevo León (2009)	224
6.6.	Percepción de los factores que limitan la producción en la región citrícola del estado de Nuevo León	225
6.7.	Cultivo de naranja en la región citrícola de Nuevo León	226
6.8.	Proporción de la superficie con riego y temporal en la región citrícola	228
6.9.	Distribución porcentual de la superficie según el tipo de sistema de riego en la región citrícola	228
6.10.	Secuencia de riego por gravedad en la región citrícola	229
6.11.	Sistemas de riego por goteo y microaspersión en la región citrícola	230
6.12.	Distribución porcentual de la superficie de riego en la región citrícola según la fuente de abastecimiento de agua	231
6.13.	Equipo de bombeo para riego en la zona citrícola	232

No.	Figura	Pág.
6.14.	Rendimiento promedio (ton/ha) de cítricos por especie y sistema de riego (1999-2000)	233
6.15.	Obras de entubamiento de regaderas en la región citrícola	237
7.1.	Invernaderos para la producción de hortalizas	240
7.2.	Producción de tomate en invernadero	241
7.3.	Invernadero para la producción de forraje	241
7.4.	Panorámicas del Tecno-Parque Hortícola Fidesur-Sandia	243
7.5.	Superficie establecida de invernaderos por región y municipio en el estado de Nuevo León (2011)	244
7.6.	Distribución porcentual de la producción de cultivos en invernadero en el estado de Nuevo León (2010)	246
7.7.	Producción de tomate en invernadero en el Tecno-Parque Hortícola Fidesur-Sandia	246
7.8.	Distribución porcentual del tipo de sistema de producción utilizado en los invernaderos del estado de Nuevo León (2010)	247
7.9.	Sistema de riego central instalado en el Tecno-Parque Hortícola Fidesur-Sandia	248
8.1.	Pequeño bordo para abrevadero en el municipio de General Terán, N.L.	252
8.2.	Zonas ganaderas del estado de Nuevo León	253
8.3.	Sistema de producción intensiva de ganado bovino en praderas de riego en el municipio de Apodaca	255
8.4.	Sistema de producción semi-intensiva de ganado bovino en praderas de temporal en el municipio de General Terán	255
8.5.	Sistema de producción intensiva de ganado bovino en corral, en el municipio de Linares	256
8.6.	Sistema de producción intensiva de cabras en corral	256
8.7.	Sistema de producción intensiva de porcinos en corral	258
8.8.	Sistema de producción intensiva de pollo en granjas	259
8.9.	Papalote para extracción de agua del subsuelo en Anáhuac	260
8.10.	Número de pozos para uso pecuario por municipio en Nuevo León	261
8.11.	Consumo anual de agua por especie pecuaria en el estado de Nuevo León (2007)	264
8.12.	Distribución porcentual del consumo anual de agua por especie pecuaria en el estado de Nuevo León (2007)	264
8.13.	Panorámica de la sequía en el sur del estado de Nuevo León	265
8.14.	Ganado afectado por la sequía en el sur de Nuevo León	266
8.15.	Trampas de agua de lluvia en el municipio de Doctor Arroyo, N.L.	268
8.16.	Ejemplo del uso de SIG para la ubicación óptima de fuentes de agua para abrevadero	270
8.17.	Esquema de una trampa de lluvia para abrevadero	271
8.18.	Producción de forraje hidropónico en invernadero	272

PRESENTACIÓN

El Instituto del Agua del Estado de Nuevo León (IANL) es un organismo público descentralizado del gobierno del estado de Nuevo León que forma parte del “Proyecto Estratégico Monterrey Ciudad Internacional del Conocimiento”, y tiene como misión fomentar la investigación, el desarrollo tecnológico, la asistencia técnica y la capacitación en todas las facetas relacionadas con el agua.

Dicho Instituto nació inicialmente como un organismo público desconcentrado, perteneciente a Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM); por tal motivo, los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que se han realizado en el mismo hasta la fecha, han estado enfocados básicamente al uso integral y sustentable del agua en los sectores público-urbano e industrial.

Sin embargo, con el propósito de ampliar los horizontes del Instituto, se tiene previsto desarrollar proyectos de investigación científica básica y aplicada para fomentar la difusión de métodos de ahorro y buen manejo del vital líquido en otros sectores productivos, como lo es el sector agropecuario, tomando en cuenta además que una de las líneas de acción estratégicas del Plan Estatal de Desarrollo (2010-2015) del estado de Nuevo León es impulsar la tecnificación del riego agrícola.

Por ello, en el IANL hemos considerado pertinente realizar, en primer lugar, un diagnóstico sobre la situación actual y las perspectivas futuras de la gestión y el uso del agua en el sector agropecuario del estado de Nuevo León, con la finalidad de identificar problemas, oportunidades de mejora, y plantear posibles soluciones en relación con el uso eficiente y sustentable del agua en la producción agrícola y pecuaria. Así, el presente documento constituye el Informe Técnico del proyecto realizado, y con él sentamos las bases iniciales que nos permitirán avanzar en el diseño y desarrollo de proyectos específicos, a la vez que contribuimos a ampliar y profundizar en el nivel de conocimiento existente sobre el tema.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural indispensable en todas las actividades humanas, pero cobra relevancia especial en aquellos sectores de la economía que están enfocados a la producción de alimentos, como lo es el sector agropecuario. Existen regiones de nuestro país en donde la naturaleza no ha sido muy pródiga en condiciones favorables para el establecimiento de desarrollos agropecuarios importantes, ya que un porcentaje amplio del territorio nacional se caracteriza por presentar condiciones de aridez a semi-aridez, las cuales dificultan el desempeño de este tipo de actividades productivas.

Precisamente el estado de Nuevo León es un ejemplo de las entidades de México que presentan condiciones climáticas poco favorables para el desarrollo de las actividades agropecuarias, pues en gran parte de su territorio predominan los climas secos y extremos. Por su latitud, el estado está situado en parte dentro del cinturón de los grandes desiertos del mundo; sin embargo, la presencia de cadenas montañosas y la cercanía con el Golfo de México mitigan parcialmente el clima extremo, propiciando la existencia de bosques y matorrales altos en algunas zonas de la entidad y favoreciendo en gran medida el desarrollo de actividades agropecuarias en otras (tal es el caso de la región citrícola del estado, la cual se caracteriza por ser una de las zonas productoras de cítricos más importantes del país).

No obstante, el sector agropecuario del estado enfrenta de manera permanente la amenaza de la escasez de agua ya que, siendo el principal consumidor del recurso (aproximadamente el 64% del volumen concesionado se destina a la producción agrícola y pecuaria), el agua disponible de manera segura –volumen concesionado– muchas veces no es suficiente para obtener una producción óptima de los cultivos y tampoco es suficiente para abastecer el abrevadero del ganado. Aún más, la presencia de sequías recurrentes en los últimos años ha puesto de relieve la pertinencia de la agricultura de riego en algunas zonas del estado, como lo es el norte de la entidad (específicamente en el distrito de riego 004 Don Martín, Coah. y N.L., uno de los más antiguos de México, y que actualmente se encuentra en proceso de redimensionamiento –reducción de la superficie de riego– para asegurar la sustentabilidad de la producción agrícola en la región).

Por todo lo expuesto anteriormente, se consideró imperante la necesidad de efectuar un Diagnóstico sobre la Gestión y el Uso del Agua en el Sector Agropecuario del Estado de Nuevo León, el cual permitió tener un panorama amplio de las distintas problemáticas que aquejan a este sector en relación con el uso del agua. Este diagnóstico también genera y provee información actualizada que permite sustentar y

analizar los problemas referidos a nivel local y estatal, además de constituirse en un instrumento de planeación y de decisión, útil para los funcionarios y demás agentes sociales y económicos involucrados.

Los objetivos que guiaron la conformación del presente estudio son:

Objetivo General

- Realizar un diagnóstico sobre la situación actual de la gestión y el uso del agua en el sector agropecuario del estado, con la finalidad de caracterizar la problemática e identificar oportunidades de investigación y desarrollo tecnológico que permitan plantear proyectos específicos para fomentar el uso eficiente del agua, impulsando el ahorro de volúmenes, la sustentabilidad del recurso y la tecnificación del sector.

Objetivos particulares

- Realizar una caracterización general sobre la situación actual de los recursos hídricos en el estado.
- Valorar la importancia del sector agropecuario para el desarrollo económico y social de la entidad.
- Reconocer y caracterizar la problemática y las oportunidades de mejora en relación con la gestión y el uso del agua en el sector agropecuario.
- Elaborar un portafolio de proyectos de investigación-acción para fomentar el uso eficiente y sustentable del agua en el sector agropecuario.

Posteriormente, a partir de la ejecución de proyectos específicos de investigación más desarrollo (I+D), se tiene como objetivo proponer y aplicar alternativas viables de innovación y desarrollo tecnológico, que incluyan la participación comunitaria, para contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable del agua en la producción agropecuaria.

Metodología

La metodología para llevar a cabo el presente diagnóstico consistió básicamente en lo siguiente:

- Revisión bibliográfica y documental exhaustiva de publicaciones que tienen relación con el sector agropecuario del estado de Nuevo León y, específicamente, de aquellos documentos que tratan sobre el uso y manejo del agua en este sector (libros, artículos de revistas, folletos, etc.).

- Recopilación y sistematización de información oficial (estadísticas, publicaciones periódicas, informes técnicos, etc.) acerca de la gestión y el uso del agua en el sector agropecuario de la entidad, mediante solicitud directa realizada a las fuentes que la generan (CONAGUA, SAGARPA, Corporación para el Desarrollo Agropecuario de Nuevo León, etc.).
- Recorridos de campo por las principales regiones agrícolas y pecuarias del estado de Nuevo León, con el propósito de conocer y observar de manera directa las condiciones reales en que se encuentra el uso y manejo del agua en el sector agropecuario, así como para recabar evidencias empíricas – fotografías, principalmente– de aspectos relevantes de la entidad.
- Entrevistas directas con algunos de los principales actores y funcionarios del sector agropecuario en la entidad, con la finalidad de conocer sus puntos de vista y opiniones en relación con la problemática relativa a la gestión y el uso del agua en este sector.
- Finalmente, como parte integral del diagnóstico, se realizaron una serie de reuniones para presentar los resultados preliminares del mismo a los funcionarios gubernamentales y a miembros de las diversas asociaciones agrícolas y pecuarias del estado, con el propósito de obtener retroalimentación y enriquecer el estudio realizado.

Estructura del documento

El presente informe consta de ocho capítulos divididos en dos partes: la primera parte (capítulos 1 al 3) está dedicada a presentar la caracterización de los aspectos geográficos, hídricos y agropecuarios más relevantes del estado de Nuevo León; la segunda parte (capítulos 4 al 8) se refiere propiamente al diagnóstico de la gestión y el uso del agua en el sector agropecuario. A continuación se describe brevemente el contenido de cada capítulo:

En el capítulo 1 se incluyen las principales características geográficas del estado de Nuevo León con la finalidad de proporcionar un panorama amplio que permita identificar y reconocer sus condiciones físicas y naturales, de tal forma que sea factible realizar de la mejor manera el análisis y comprensión de los temas que se abordan en los capítulos siguientes.

En el capítulo 2 se presenta un análisis de la situación actual de los recursos hídricos en el estado, con el propósito de hacer una caracterización general tanto de las aguas superficiales como subterráneas, incluyendo las principales fuentes de abastecimiento (cuencas y acuíferos) y la disponibilidad de las mismas, de acuerdo con los estudios hidrológicos y geohidrológicos más recientes realizados por la CONAGUA en esta entidad federativa.

El capítulo 3 está dedicado a presentar un panorama general del sector agropecuario del estado, destacando los principales aspectos de las actividades productivas de los subsectores agrícola y pecuario, tomando en cuenta que estos dos subsectores son los que tienen mayor importancia dentro de las actividades primarias de la entidad y además son los que consumen la mayor cantidad de agua. Asimismo, se presenta una descripción general de los distritos de desarrollo rural (DDR) del estado, describiendo en cada caso las características principales de la producción agrícola y pecuaria.

En el capítulo 4 se incluye una descripción general de las principales características de los distritos de riego de Nuevo León (004 Don Martín y 031 Las Lajas) y se hace un diagnóstico sobre las condiciones actuales y las perspectivas futuras de la gestión y el uso del agua en dichas áreas agrícolas, destacando en cada caso la problemática existente, las posibles alternativas de solución y las oportunidades de investigación aplicada.

En el capítulo 5 se realiza una descripción general de las principales características de las unidades de riego del estado, incluyendo datos estadísticos como son: superficies, número de usuarios, tenencias de la tierra, tipo de aprovechamiento de agua y producción agrícola. Posteriormente se presenta un diagnóstico específico sobre la gestión y el uso del agua en las unidades de riego que se abastecen de los ríos Conchos (San Fernando) y Pesquería, las cuales están organizadas en sendas Sociedades de Responsabilidad Limitada (SRL). En cada caso se expone la problemática existente, las posibles alternativas de solución y las oportunidades de investigación aplicada.

Debido a la importancia que tiene la región citrícola en el estado de Nuevo León, el capítulo 6 está dedicado a realizar un análisis de la misma. En este capítulo se lleva a cabo un diagnóstico específico sobre la producción agrícola y sobre la gestión y el uso del agua que se realiza en esta zona, con el propósito de identificar oportunidades de mejora y posibles líneas de investigación-acción que permitan fomentar el uso eficiente del vital líquido y su aprovechamiento sustentable.

El capítulo 7 está dedicado al análisis de los principales aspectos relacionados con la agricultura protegida (producción agrícola intensiva bajo condiciones de invernadero) en el estado de Nuevo León, con el propósito de identificar posibles acciones de mejora y oportunidades de investigación-acción en esta rama de la agricultura, sobre todo en aquéllos aspectos relacionados con el uso eficiente del agua en la producción.

En el capítulo 8 se realiza un análisis de subsector pecuario de la entidad, destacando los aspectos relacionados con el uso y manejo del agua. En este capítulo se presenta una breve descripción acerca de las zonas o regiones ganaderas del estado; posteriormente se incluye una descripción de los diferentes sistemas de producción pecuaria que se tienen en la entidad; luego se realiza un análisis sobre el uso del agua en la producción pecuaria, poniendo énfasis en la problemática relacionada con este aspecto; y finalmente se anotan las posibles alternativas de solución a la problemática planteada así como las oportunidades de investigación aplicada en este ramo.

Finalmente, se incluye un apartado dedicado a presentar las conclusiones derivadas del estudio y una relación de las fuentes bibliográficas consultadas para la elaboración del diagnóstico.

RESUMEN EJECUTIVO

En esta sección se presenta una síntesis del contenido del informe, en la que se destacan los aspectos más importantes de cada uno de los capítulos del documento, para darle al lector un contexto general, pero a la vez relevante.

1. Aspectos geográficos de Nuevo León

El estado de Nuevo León se encuentra localizado al noreste de la República Mexicana y tiene una superficie total de 64,555 km² que representan el 3.3% de la superficie total del país. La altitud en la entidad varía entre 70 y 3,710 metros sobre el nivel del mar (msnm). El estado queda comprendido dentro de tres regiones o provincias fisiográficas: la Llanura Costera del Golfo Norte (en la parte central de la entidad), la Sierra Madre Oriental (en el oeste y sur del estado) y la Gran Llanura Norteamericana (en el norte).

El clima es muy variable debido a la desigualdad del relieve existente entre las grandes regiones fisiográficas que lo integran, predominando los climas secos y semisecos extremosos. La temperatura media anual de la entidad (22°C) es poco representativa de las condiciones térmicas del estado, pues se tienen temperaturas máximas que alcanzan hasta 40 a 45°C y se han registrado temperaturas mínimas extremas de -5 a -10°C. La precipitación pluvial es muy escasa en el estado, pues la media general oscila entre 300 y 600 milímetros anuales, aunque cuenta con pequeñas zonas ubicadas en la Llanura Costera del Golfo que registran lluvias anuales superiores a 800 milímetros.

En el estado predominan tres tipos o grupos de suelos, los cuales son: Leptosoles, Calcisoles y Vertisoles, que en conjunto ocupan el 73.5% de la superficie estatal. El principal uso del suelo es la ganadería (agostadero y praderas) que representa el 86% del territorio del estado. Le sigue la agricultura de temporal y de riego con 6.1% de la superficie y el uso forestal con 5.8%; finalmente, el 2.3% de la superficie está ocupada por las áreas urbanas, cuerpos de agua, vías de comunicación, etc.

Asimismo, en el estado es posible identificar los siguientes tipos de vegetación natural: pastizal, bosque, matorral, mezquital, chaparral, entre otros; siendo el matorral el tipo de vegetación con mayor extensión en la entidad, pues ocupa el 67.3% de la superficie estatal.

2. Situación actual de los recursos hídricos

El agua es un recurso fundamental en la economía de Nuevo León; no obstante, la entidad mantiene, como amenaza para su desarrollo económico y el bienestar de sus habitantes, una constante escasez del vital líquido resultante de las condiciones climáticas e hidrográficas de la región.

El volumen total de aguas nacionales concesionadas para los diferentes usos consuntivos y no consuntivos en el estado es de 2,506.4 millones de metros cúbicos (Mm^3) al año, de los cuales 1,168.0 Mm^3 (46.6%) son de aguas superficiales y los restantes 888.4 Mm^3 (53.3%) corresponden a las aguas subterráneas. Los principales usos consuntivos del agua son: uso agrícola (63.8%), uso público urbano (24.9%), usos múltiples (5.4%) y uso industrial (3.7%), que en conjunto suman el 97.8% de los volúmenes concesionados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), incluyendo aguas superficiales y subterráneas.

En Nuevo León quedan inscritas partes de las siguientes regiones hidrológicas: número 24 Bravo-Conchos, que corresponde a la porción centro-norte del estado; número 25 San Fernando-Soto La Marina, en la parte este y sureste; número 37 El Salado, en la porción sur-suroeste del estado; y número 26 Pánuco en una pequeña parte del sureste.

Los principales ríos de la entidad son: San Juan, Santa Catarina, Salado, Ramos, Pílon, Pesquería y Conchos (San Fernando), entre otros. La mayoría de los ríos que atraviesan el estado no tienen corriente permanente, excepto en las partes medias y bajas, y ninguno es navegable. Casi todos nacen en la Sierra Madre Oriental y desembocan en el río Bravo o en los ríos San Fernando y Soto la Marina en Tamaulipas. Asimismo, los principales cuerpos de agua de la entidad están conformados por las presas de almacenamiento El Cuchillo (con capacidad de 1,748 Mm^3), Cerro Prieto (400 Mm^3) y La Boca (40 Mm^3), así como el vaso regulador denominado Laguna de Salinillas (70 Mm^3).

La situación de los recursos hídricos en el estado es crítica. Prácticamente no existe volumen disponible para nuevas concesiones de aguas superficiales en toda la porción centro y norte de Nuevo León que corresponde a la región hidrológica Río Bravo (subregión Bajo Bravo), y la disponibilidad de aguas en las cuencas San Fernando-Soto La Marina y El Salado es reducida. Al respecto, existen varias vedas que regulan el aprovechamiento de las aguas superficiales, como son: el acuerdo que establece veda sobre concesión de aguas del río Conchos o San Fernando; el acuerdo que suspende la tramitación de solicitudes para aprovechar aguas del río Salado; el acuerdo que establece veda por tiempo indefinido para el otorgamiento de concesiones de aguas del río San Juan y el acuerdo que declara veda por tiempo indefinido para el otorgamiento de concesiones con aguas nacionales provenientes del río Bravo del Norte y de toda su cuenca tributaria.

Con respecto a las aguas subterráneas, en Nuevo León se tienen identificados un total de 29 acuíferos, de los cuales 22 se encuentran circunscritos dentro de los límites del territorio estatal, y los 7 restantes son compartidos con otros estados colindantes (Coahuila, San Luis Potosí y Tamaulipas). En este aspecto la situación de los recursos hídricos es más crítica aún: la gran mayoría de los acuíferos cuya disponibilidad de agua ha sido publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF), presentan un déficit de aguas subterráneas (este es el caso de los acuíferos Sabinas Parás, Área Metropolitana de Monterrey, Campo Buenos Aires, Campo Mina, Campo Durazno, Citrícola Norte, Citrícola Sur y Natividad-Potosí-Raíces). Esto indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones de agua en estos acuíferos; por el contrario, hay un volumen que se está extrayendo del almacenamiento no renovable de los mismos. En este sentido, no se deberán autorizar concesiones para nuevos aprovechamientos para la explotación, uso o aprovechamiento del recurso, que impliquen un incremento en las extracciones. Además de lo anterior, hay dos acuíferos en el estado que están sobreexplotados, éstos son: Campo Mina y Natividad-Potosí-Raíces, lo cual indica que el volumen de extracción de agua subterránea es mayor que la recarga media anual en estos acuíferos, por lo que es urgente e imperiosa la necesidad de establecer un plan integral para el manejo sustentable de las aguas subterráneas que se extraen de estas unidades hidrogeológicas.

Por lo anterior, una primera línea de investigación aplicada que se propone en este diagnóstico, es la realización de un estudio detallado para determinar y analizar las extracciones reales de agua del acuífero de Galeana (Natividad-Potosí-Raíces) donde el principal uso del recurso hídrico es el agrícola (95%). El estudio propuesto tendría como objetivo elaborar un plan integral para el manejo sustentable del acuífero mencionado, mediante el uso de tecnologías de la información y con base en un censo de campo de las extracciones de agua del subsuelo.

Finalmente, es importante mencionar que existen diversas vedas en el estado que regulan el aprovechamiento de las aguas subterráneas: el decreto que establece por tiempo indefinido veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo de terrenos que ocupan y circundan la ciudad de Monterrey, y dos decretos adicionales que amplían la zona vedada en ese primer decreto; y el decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro del límite geopolítico del municipio de Galeana, para el mejor control de las extracciones, uso y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona.

3. Panorama del sector agropecuario

La actividad productiva del sector agropecuario se divide en los subsectores agrícola, pecuario, forestal y pesca. En el estado de Nuevo León presentan una mayor importancia los dos primeros subsectores, tanto por el número de personas que participan en ellos, como por su aportación al PIB sectorial.

El valor de la producción agropecuaria estatal en el año 2009, a precios corrientes, fue de 7,108 millones de pesos, contribuyendo con el 1.7% del PIB agropecuario nacional. Asimismo, participa con el 3.8% del volumen de producción pecuaria en el país y el 1.2% de los productos cosechados en México. Sin embargo, las actividades del campo en el estado presentan un importante rezago si se comparan con otros sectores económicos, principalmente la industria manufacturera o el comercio (24.6% y 15.5% del PIB estatal respectivamente).

Dentro del sector agropecuario, el valor de la producción agrícola en el año 2009 en Nuevo León fue de 3,274 millones de pesos, mientras que el valor de la producción pecuaria alcanzó 4,242.1 millones de pesos; por lo que la ganadería representa una mayor importancia en el estado, con una participación del 58.5% del valor de la producción en ese año; los subsectores de pesca y silvicultura participan con 0.1% y 0.3% respectivamente, del valor de la producción del sector en la entidad.

El subsector agrícola cuenta en el estado con una superficie del orden de 392 mil hectáreas abiertas al cultivo anualmente, representando el 6.1% de la superficie total en la entidad. Esta actividad se desarrolla principalmente en los valles y llanos del estado, siendo en los municipios del centro y sur de la entidad donde se concentra el 82% de la superficie dedicada a actividades agrícolas. De la superficie total destinada a la agricultura, aproximadamente el 30% es de riego y el 70% de temporal, siendo la agricultura de riego tres veces más productiva que la de temporal.

Entre los principales cultivos que se producen en el estado se encuentran: pastos, maíz (grano y forraje), trigo grano, sorgo (grano y forraje), cítricos (naranja, mandarina y toronja), nuez y papa. Estos cultivos representan el 84% del valor de la producción del estado. Los pastos son los cultivos que mayor superficie sembrada ocupan en el estado, con más de 160 mil hectáreas que representan casi el 50% de la superficie total cultivada. Por otro lado, la papa es el cultivo que aporta el mayor valor de la producción en la entidad, con más de mil millones de pesos al año que representan aproximadamente el 33% del valor total de la producción agrícola estatal. En Nuevo León destaca también la producción de cítricos (naranja, mandarina y toronja) que se cultivan mayoritariamente en la región centro del estado (más de 350 mil toneladas al año), en especial en los municipios de Montemorelos, General Terán y Cadereyta Jiménez que producen alrededor del 81% de la cosecha de estos cultivos a nivel estatal. Hay que destacar que el estado ocupa importantes lugares en la producción de cultivos a nivel nacional, como por ejemplo: es el tercer productor de mandarina, el cuarto de toronja y papa, el quinto productor en naranja, nuez, y manzana, entre otros.

Por otro lado, el subsector pecuario en el estado cuenta con una superficie que asciende a 5.5 millones de hectáreas y representa el 86% de la superficie total en la entidad, de las cuales el 90% son de agostadero natural, el 0.3% son de praderas de riego y el 9.7% restante son de praderas de temporal. La superficie de agostadero es la más extensa, ubicándose fundamentalmente en los pastizales del centro y norte, así

como en las partes bajas de la Sierra Madre Oriental, los zacates y especies arbustivas componen la vegetación natural. Los municipios del norte y centro del estado concentran el 71% de esta superficie.

Entre los principales productos pecuarios que produce Nuevo León se encuentran las aves (huevo y carne), bovinos, caprinos y porcinos. En el año 2009 se obtuvo una producción pecuaria total de más de 613 mil toneladas de productos (incluyendo ganado en pie, carne en canal, leche, huevo para plato y miel), que representaron un valor de la producción de más de 11 mil millones de pesos. Del total de la producción pecuaria, las aves (en pie y en carne de canal) representan casi el 50%, siendo el principal producto del sector. Luego sigue la producción de huevo con 18.9% y el ganado bovino con 18.3%. En cuanto al valor de la producción, destacan las aves con una aportación del 53%, el ganado bovino con 23.2% y el huevo con 13.3%.

4. Distritos de riego

Los distritos de riego son las áreas agrícolas establecidas mediante Decreto o Acuerdo Presidencial, y que están conformados por una o varias superficies previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica la zona de riego. En el estado de Nuevo León existen solamente dos distritos de riego: el distrito 004 Don Martín y el distrito 031 Las Lajas, que en conjunto ocupan una superficie regable total de 33,468 hectáreas y son operados por 1,900 usuarios.

El distrito de riego 004 Don Martín (DR 004) se encuentra ubicado en los municipios de Juárez, estado de Coahuila, y Anáhuac, estado de Nuevo León. Tiene una superficie regable total de 29,605 hectáreas (93.4% en Anáhuac y 6.6% en Juárez, Coah.) y se extiende sobre ambas márgenes del río Salado. Este distrito es uno de los más antiguos del país: inició su funcionamiento en el año de 1930, con la construcción de la presa de almacenamiento Venustiano Carranza, la cual constituye su principal fuente de abastecimiento de agua y tiene una capacidad total de almacenamiento de 1,385 Mm³.

La situación en el DR 004 se ha complicado en los últimos 15 años debido a la baja disponibilidad del agua, constituyéndose este factor en la causa principal de la baja intensidad de uso de la tierra y en consecuencia en niveles bajos de producción, registrándose incluso el abandono en algunas tierras de cultivo. Los escurrimientos de la cuenca que alimenta a la presa Venustiano Carranza tienen un comportamiento errático, con años secos cuyas aportaciones de agua son muy inferiores al promedio histórico registrado en 80 años, y en algunos años son abundantes –debido principalmente a la influencia de los huracanes–. Así, debido a los problemas recurrentes de sequía y a la baja disponibilidad de agua, en la historia del distrito de riego (1930-2005) se han sembrado en promedio únicamente 14,381 hectáreas por año, lo cual significa un índice de aprovechamiento de la tierra de 48.5%.

Por ello, el DR 004 ha sido objeto de atención por parte de la CONAGUA, pues es preocupante la situación por la que han atravesado los usuarios del mismo en los últimos años. La CONAGUA, en coordinación con la Corporación para el Desarrollo Agropecuario del Estado de Nuevo León (CDANL) y la SAGARPA, han llevado a cabo estudios recientemente que han tenido como objetivo proponer las mejores opciones para lograr el mejor aprovechamiento del agua disponible, precisamente para evitar que en el futuro existan conflictos sociales por el recurso y por el deterioro económico que puede sufrir la región al no contar con agua para regar por periodos prolongados, pues en los últimos años el impacto social que ha ocasionado la falta de agua ha sido considerable. A partir de los estudios que se han realizado, se determinó que el volumen de uso sustentable para garantizar la disponibilidad permanente de agua para riego de la presa es de 146.2 Mm³ al año. Este volumen representa solamente el 55.3% del volumen total concesionado actualmente que es de 264 Mm³.

Con base en lo anterior y con fundamento en el Plan Director Nacional desarrollado por la CONAGUA para lograr la sustentabilidad de la actividad agrícola en los distritos de riego, se realizó una propuesta de redimensionamiento y modernización del DR 004. Este proyecto tiene como objetivo reactivar la operación del distrito, mediante un redimensionamiento de sus 29,615 hectáreas, para garantizar en forma permanente el riego en 14,800 hectáreas (es decir, aproximadamente la mitad de la superficie del distrito quedará sin derecho de riego); y mediante la modernización integral de la infraestructura y equipos del distrito para hacer más eficiente la distribución y el uso de agua para riego.

De lo anterior se deriva precisamente una de las oportunidades de investigación orientadas a incrementar la eficiencia en el uso del agua y mejorar la productividad agrícola en el distrito: la reconversión productiva a través de la utilización de técnicas de agricultura protegida, principalmente mediante el uso de invernaderos. Por ello, es imprescindible profundizar en este tema y llevar a cabo proyectos de investigación mediante la instalación de invernaderos piloto en el área del distrito, de tal manera que sea posible demostrar la viabilidad de la producción bajo este sistema y los beneficios potenciales que se obtienen de la reconversión productiva al introducir cultivos más redituables que los tradicionales.

Por otro lado, el distrito de riego 031 Las Lajas (DR 031) se encuentra ubicado en los municipios de General Bravo, Ramones, General Terán, China, Dr. Coss y Los Aldamas, contando con superficies de riego por gravedad y de bombeos directos del río San Juan. La superficie dominada del distrito es de 4,059 hectáreas, de las cuales se tiene como superficie regable 3,852 hectáreas con 202 usuarios.

El distrito se constituyó por Acuerdo Presidencial de fecha 20 de junio de 1945 y comenzó su operación en el año de 1947. Desde su creación hasta 1992, la operación, conservación y administración del mismo estuvo a cargo del gobierno federal a través de sus diferentes dependencias oficiales. Fue hasta el 29 de mayo de 1992, que se transfiere la operación, conservación y administración de la red menor del distrito a

los usuarios organizados en una Asociación Civil que integran un módulo de riego único.

La principal fuente de abastecimiento del distrito son las aguas del río San Juan que se almacenan en la presa El Cuchillo, misma que fue construida en el año de 1994 con el propósito de abastecer de agua potable a la ciudad de Monterrey y su zona metropolitana. El volumen total de agua concesionado del río San Juan para riego del distrito es de 24.0 Mm³, el cual se obtuvo del promedio de las extracciones y bombeos directos del río de un período de diez años (1982-1991).

La superficie sembrada y regada en el DR 031 depende básicamente de la disponibilidad de agua existente en la presa de almacenamiento El Cuchillo, la cual ha tenido aportaciones muy variables desde su construcción. De hecho, la variabilidad de los escurrimientos es una característica de la cuenca del río San Juan, donde se ubica la presa, pues ha habido años muy secos y otros demasiado lluviosos, como lo fue el año 2010, debido a la presencia del huracán Alex.

El promedio histórico de superficie regada en el distrito para el período de 1970-1993 es de 4,539 hectáreas; sin embargo dicha superficie se redujo considerablemente para el período 1994-2010 donde solamente se regaron en promedio 1,257 hectáreas, lo cual indica un índice de aprovechamiento de superficie regada entre superficie de riego del 32.6%. Incluso dentro de este último período (1994-2010) hubo varios años (1998, 1999, 2000 y 2001) en los que no se tuvo volumen disponible para riego y, por ende, no se regó ninguna superficie con agua de la presa.

Lo anterior pone en riesgo la pertinencia de la agricultura de riego en la zona y provoca malestar en los productores del distrito al no poder sembrar en plenitud sus tierras de cultivo. Esto ha ocasionado que la producción y productividad del distrito decrezca considerablemente creando fricciones entre los usuarios del mismo y los gobiernos estatal y federal, por el uso del agua. Además, como se comentó anteriormente, los volúmenes almacenados en la presa El Cuchillo son también para el consumo doméstico e industrial de la ciudad de Monterrey y el área metropolitana, por lo que en períodos de sequía, la prioridad en el uso del agua se destinan principalmente a estos sectores, lo que puede traer como consecuencia fricciones entre las partes involucradas.

Para dar solución a la problemática planteada, la CONAGUA ha establecido una serie de acciones estructurales y no estructurales que están contempladas en el marco del Plan Director Nacional desarrollado por dicha dependencia para lograr la sustentabilidad de la actividad agrícola en los distritos de riego, entre las cuales se encuentran: las acciones necesarias para la modernización y/o rehabilitación de la infraestructura empleada para la derivación, conducción, distribución y drenaje del agua de riego; las estructuras de control y medición que permitan una entrega del agua con suficiencia, oportunidad y equidad; introducción de sistemas de riego modernos (multicompuestas y aspersion) que permitan establecer cultivos más

rentables. Con ellas se pretende: incrementar la eficiencia global del riego en el distrito, tanto en el sistema de riego de gravedad, como en el de bombeo directo del río San Juan y lograr la reconversión productiva enfocada hacia el incremento de la productividad de los cultivos que actualmente se establecen (sorgo grano y sorgo forrajero, pastos y maíz).

En este sentido, las oportunidades de investigación que se vislumbran para este distrito deben estar enfocados hacia la reconversión productiva; es decir, hacia el estudio de las posibilidades de establecimiento de nuevos cultivos que tengan mayor productividad que los que se siembran en la actualidad; para que en un futuro cercano, cuando se resuelvan los problemas de disponibilidad de agua y de mercado, puedan ser introducidas nuevas especies agrícolas con alto valor comercial y potencial de desarrollo en la región.

5. Unidades de riego

Las unidades de riego son áreas agrícolas que cuentan con infraestructura y sistemas de riego, distintas de los distritos de riego y generalmente de menor superficie que aquéllos. En el estado de Nuevo León se tienen registradas oficialmente 803 unidades de riego que ocupan una superficie total de 116,326 hectáreas y son operadas por 17,190 usuarios. Las unidades de riego se distribuyen en 38 de los 51 municipios que tiene el estado, siendo Galeana el municipio que tiene la mayor cantidad de unidades y el que ocupa el primer lugar en cuanto a superficie de riego y número de usuarios registrados (22,376 hectáreas y 2,958 usuarios, respectivamente). El segundo y tercer lugar en cuanto a superficie de riego en unidades corresponden a los municipios de Linares (12,326 hectáreas) y General Terán (12,015 hectáreas), respectivamente.

La mayor parte de la superficie de las unidades de riego (56,245 hectáreas, que representan el 54.9% del total) se abastecen de agua mediante la derivación de corrientes superficiales (ríos, arroyos, etc.), y otra cantidad importante de superficie (36,208 hectáreas, que representan el 31.1%) se riega con las aguas extraídas de los acuíferos a través de pozos profundos. Además se tienen otras fuentes de abastecimiento de agua que se aprovechan en menor escala como son los manantiales y pequeñas presas de almacenamiento.

Debido a la complejidad, variedad y extensión –generalmente reducida– de las unidades de riego, es poca la información actualizada y detallada que existe sobre los beneficiarios, superficies, patrones de cultivos, estadísticas de producción y volúmenes de agua utilizados en las mismas. Así, diferentes estudios realizados concluyen en la necesidad de la verificación y actualización de la información de las unidades de riego, incluyendo el presente diagnóstico.

Con el propósito de realizar una mejor gestión del agua y de todos los posibles apoyos para la producción agrícola que en un momento dado obtengan a través de los programas federales o estatales, los usuarios de las unidades de riego pueden estar

organizados y formar Asociaciones Civiles (AC), las cuales a su vez pueden agruparse para formar Sociedades de Responsabilidad Limitada (SRL). En Nuevo León existen solamente dos sociedades de este tipo: una conformada por las AC del río Conchos y otra por las del río Pesquería, que en conjunto aglutinan a un total de 858 usuarios y abarcan una superficie de riego de 14,857 hectáreas.

Entre los principales problemas que existen en las unidades de riego que se agrupan en las sociedades mencionadas, están los siguientes: no se tiene un registro confiable de los volúmenes extraídos de las fuentes de abastecimiento ni de los volúmenes entregados a los usuarios, debido a que no se cuenta con estructuras ni dispositivos de medición del agua; se tienen fuertes problemas de deterioro en la infraestructura hidráulica por la falta de mantenimiento oportuno, dando lugar a importantes pérdidas de agua (eficiencia de conducción de alrededor del 40 %); existen problemas severos de salinidad de los suelos por la falta de drenaje natural y artificial, en principio, y por las filtraciones de agua de los canales debidas a la baja eficiencia de aplicación del riego, sobre todo en las parcelas que se riegan por gravedad; se practica el monocultivo (principalmente de granos como son sorgo y maíz) con rendimientos bajos, por lo que es necesario diversificar la producción.

Con base en el diagnóstico realizado, en las unidades de riego del estado de Nuevo León se identifican varias oportunidades de investigación que pueden estar orientadas hacia diversos propósitos. Una línea de investigación importante es la que se refiere al desarrollo de modelos integrales de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la gestión del agua en las unidades, principalmente para la recopilación y seguimiento de las estadísticas agrícolas e hidrométricas que se generan en ellas, así como para mantener actualizado el directorio y los padrones de usuarios. Otra línea de investigación aplicada deberá enfocarse hacia la determinación de las necesidades reales de agua de los cultivos con la finalidad de estimar los calendarios de riego óptimos que eviten desperdicios del vital líquido por sobreirrigación (lo cual es muy común) y que permitan obtener una mayor eficiencia en la aplicación del agua. Y otra oportunidad de investigación es la relacionada con la aplicación del drenaje agrícola parcelario, específicamente en las unidades de riego que integran la sociedad del río Pesquería, donde se tienen graves problemas de ensalitramiento de los suelos por falta de drenaje natural y artificial.

6. Región citrícola

La región citrícola del estado de Nuevo León es reconocida en México por ser cuna del cultivo de los cítricos (naranja, mandarina y toronja). El estado ocupa un lugar destacado en este rubro, tanto por la superficie destinada a su cultivo como por el volumen y la calidad de la fruta cosechada, características que lo ubican en el sexto lugar a nivel nacional.

Esta región está conformada principalmente por los municipios de Linares, Allende, Montemorelos, Hualahuises, General Terán y Cadereyta Jiménez, los cuales se ubican en la parte central del estado. En conjunto, estos municipios conforman la zona citrícola, con aproximadamente 4,836 huertas establecidas en 30,336 hectáreas, siendo el principal cultivo la naranja con un área de 16,583 hectáreas, que representan el 54.6% de la superficie.

Del área total de cítricos, se tienen 6,175 hectáreas de temporal y 24,161 hectáreas de riego, que corresponden al 20.3% y 79.7%, respectivamente. En el año 2009 se obtuvo una producción de cítricos de más de 420 mil toneladas, con un valor de la producción que supera los 463 millones de pesos, de los cuales el 89.4% corresponde al valor de la producción de riego, y el restante 10.6% a la de temporal.

El sistema de riego más utilizado en la región es el de gravedad en la modalidad de derivación de agua procedente de los ríos (toma directa), ocupando el 43% de la superficie (11,012 hectáreas); le siguen en orden de importancia el sistema de gravedad con agua de bombeo de pozos profundos con un 28% (7,167 hectáreas), y el de microaspersión con un 24% de la superficie (6,046 hectáreas). Los sistemas de riego menos utilizados son los de aspersión directa y goteo, con apenas 2.7% y 1.2% del total de la superficie citrícola irrigada, respectivamente.

De acuerdo con el análisis de rendimientos de la zona citrícola, el sistema de riego de microaspersión es el que resulta en mejores rendimientos para las tres especies de cítricos predominantes (naranja, mandarina y toronja). El uso de riego por microaspersión ubica el rendimiento en el cultivo de la naranja hasta en un 55% por encima en comparación al sistema de gravedad directa, 58% con el de gravedad por bombeo, 43% con el de aspersión y 36% en el caso del sistema de riego por goteo.

Los principales factores limitantes de la producción de cítricos en esta región, de acuerdo con los resultados de una encuesta citrícola realizada en el estado de Nuevo León (1999), se atribuyen al riego y al clima, con un 64% y 50% de la opinión de los productores, respectivamente. Una de las amenazas para la zona es la baja disponibilidad de agua para riego ocasionada por el aumento del consumo humano e industrial, así como la ocurrencia de sequías estacionales y prolongadas como la de 1998. Ante esta situación, es imperativo hacer un uso más eficiente del agua de riego, sustituyendo los métodos tradicionales de riego por gravedad por métodos más eficientes como la microaspersión y el goteo.

Por lo anterior, sin lugar a dudas, una de las grandes oportunidades de investigación en lo referente al manejo del agua en la región citrícola –donde la mayor parte de la superficie se riega por gravedad–, es el diseño y desarrollo de sistemas de riego automatizados que permitan determinar las necesidades de agua de los cítricos en tiempo real. A través del tiempo se han desarrollado una gran cantidad de sistemas para la determinación, control y automatización del riego que permiten un consumo de agua más reducido. No obstante, hasta el momento no se tiene conocimiento de que

se haya desarrollado un proyecto de investigación de este tipo aplicado específicamente a la zona citrícola de Nuevo León. Por ello, se considera que ahí existe una oportunidad importante de investigación en este ramo que no debería ser pasada por alto.

7. Agricultura protegida

Una de las principales estrategias de innovación en el sector agropecuario por parte del Gobierno del Estado de Nuevo León para detonar regiones rurales marginadas e impulsar la tecnificación y reconversión productiva, es el establecimiento de empresas de agricultura protegida que utilicen sistemas de producción bajo invernadero con cultivos de alto valor comercial, reconvirtiendo superficies de agricultura tradicional a superficies de producción intensiva, destacando el establecimiento de tecno-parques privados y sociales con visión empresarial.

El estado cuenta actualmente con 255 invernaderos con una superficie productiva de 927,586 m², ubicados principalmente en el sur de la entidad. Estos invernaderos se distribuyen en 5 tecno-parques que tienen en total 185 invernaderos, además de 70 invernaderos independientes. En Nuevo León, la producción agrícola con sistema de invernadero se ha transformado en los últimos años, contándose al mes de abril de 2011 con 92.7 hectáreas (927,586 m²) establecidas con una capacidad de producción de aproximadamente 21,000 toneladas al año preponderantemente de hortalizas (96% tomate). En el ciclo agrícola 2010 se produjeron 16,479 toneladas de productos (96% tomate, 3% chile morrón y habanero y 0.9% forraje hidropónico); además de leucaena como forraje y 2 millones 500 mil tubérculos para utilizarlos como semilla de papa.

El 80.6% de los invernaderos desarrollan el cultivo en suelo natural, 19.3% en suelo mezclado con sustrato estéril (*peat moss*) y 0.1% en hidroponía. En todos los casos se utiliza riego por goteo o microaspersión para aplicar el agua a los cultivos, lo cual permite alcanzar eficiencias superiores al 95% en el uso del agua. En los tecno-parques hortícolas se tienen instalados sistemas centrales de riego automatizados, los cuales permiten dosificar la aplicación de agua y fertilizantes a los cultivos en la cantidad requerida y en el momento oportuno.

Sin embargo, a pesar de las ventajas de la agricultura protegida y del auge que ha tenido en los últimos años, realmente es poca la investigación que se ha realizado al respecto en nuestro país y, específicamente, en el estado de Nuevo León. Por lo general, los conocimientos, los procesos de producción y las tecnologías se adquieren del extranjero, y la mayoría de las veces se aplican sin mayor adaptación y sin tomar en cuenta las condiciones específicas de los lugares donde se instalan. Además, muchas veces los productores tampoco están lo suficientemente capacitados para aprovechar al máximo los beneficios de este tipo de tecnologías.

Por ello, es importante realizar mayor investigación y difusión del conocimiento sobre los distintos aspectos que tienen relación con la agricultura protegida, así como generar conocimiento científico y crear tecnología propia que sea pertinente y aplicable a las condiciones económicas, sociales y ambientales específicas de nuestro país y del estado de Nuevo León, de tal manera que sea factible lograr un cambio estructural, cultural, económico y ambiental en la manera de producir alimentos, incrementando la eficiencia en el uso del agua, mejorando los sistemas de producción y las condiciones de vida de la población rural.

Para lograr lo anterior, una alternativa viable es construir y habilitar un Laboratorio de Investigación Hidroagrícola, implementando e integrando la infraestructura necesaria que permita probar, adaptar e innovar sistemas tecnológicos de riego (fertirrigación, hidroponía, microaspersión, goteo, etc.), para realizar un uso racional y eficiente del agua en la producción agrícola intensiva bajo condiciones de invernadero. En el IANL se tiene un proyecto en marcha para desarrollar el laboratorio mencionado, por lo cual en el corto plazo se tendrán resultados palpables de las investigaciones que se lleven a cabo en el mismo.

8. Subsector pecuario

En el estado de Nuevo León se tiene una superficie aproximada de cinco millones de hectáreas de agostaderos naturales destinados a la producción ganadera (que representan más del 80% de la superficie total de la entidad). La producción de ganado bovino, caprino y ovino se desarrolla en el estado bajo diferentes contextos: agroclimáticos, tecnológicos, de sistemas de manejo y por finalidad de explotación. Los sistemas básicos de explotación son el intensivo en praderas cultivadas, de riego o temporal, y la engorda en corral, y el extensivo en agostaderos. Además está la producción de producción de carne y huevo de ave, la cual se realiza en su mayor parte en granjas avícolas, y la producción de ganado porcino que se lleva a cabo en granjas porcinas.

Con respecto al uso del agua en este subsector, en el estado se tiene concesionado un volumen total de 7.6 Mm³/año para uso pecuario, el cual representa el 0.4% del volumen total concesionado para los distintos usos consuntivos y no consuntivos en la entidad. Cabe mencionar que el 100% del volumen concesionado para uso pecuario proviene de aguas subterráneas y se extrae mediante pozos profundos habilitados principalmente con equipos de bombeo eléctricos o con papalotes que funcionan con energía eólica.

En la entidad se tienen registrados oficialmente un total de 1,704 pozos para uso pecuario, distribuidos en 41 de los 51 municipios que tiene el estado. El municipio con mayor número de pozos registrados para uso pecuario es Linares, con 258; le siguen Cadereyta y Anáhuac con 168 y 124 pozos, respectivamente. Los demás municipios restantes tienen menos de 100 pozos cada uno y hay dos municipios que sólo tienen uno (Los Herreras y Santa Catarina).

Se estima que el consumo de agua para uso pecuario en el año 2007 fue de aproximadamente 26.2 Mm³. Este consumo estimado es muy superior al volumen total concesionado en la entidad para uso pecuario (7.6 Mm³/año), lo cual indica que se tiene un déficit en el abasto de agua, por lo cual una gran parte del volumen consumido por el ganado proviene del agua de lluvia que es captada y aprovechada mediante pequeñas obras de almacenamiento (bordos, embalses, trampas de lluvia, etc.), sobre todo en lo que se refiere al ganado bovino, ovino y caprino que se tiene en condiciones de pastoreo en agostaderos.

En cuanto al consumo de agua por especie, el ganado bovino en su conjunto es el que consume la mayor cantidad de agua, comparativamente con el resto de las especies. En el año 2007 el consumo estimado de agua por el ganado bovino en el estado fue de 19.5 Mm³, lo cual representa el 74.4% del volumen total consumido en el uso pecuario. Esto proporciona una idea de la importancia que tiene el agua para la producción de este tipo de ganado en la entidad y de la necesidad de realizar más obras de captación de agua de lluvia y mayor investigación para aprovechar de manera eficiente y sustentable el vital líquido en este sector.

Derivado de las temporadas de sequías, en las cuales se presentan altos coeficientes de variación en la precipitación, se presenta escasez en la producción de forraje y adicionalmente se tienen problemas de establecimiento y persistencia de praderas, por lo que se agrava el problema de costos, al tener que utilizar forrajes de corte que son más caros y que representan alternativas no viables en el mediano plazo. La falta de lluvias por períodos prolongados –de seis meses o más– genera una situación de crisis en los diferentes ranchos del estado, donde deben invertir en el traslado de agua para los animales y así evitar mayores pérdidas.

Por lo anterior, una oportunidad de investigación aplicada en este sentido, es la que se refiere al uso de SIG para la localización específica de fuentes de agua y la planeación estratégica del pastoreo en agostaderos. Los SIG permiten visualizar y determinar, mediante la combinación de distintos tipos de mapas, la ubicación óptima de las fuentes de agua y la carga de pastoreo recomendable (número de animales por hectárea) en función de distintos factores tales como: el tipo de animales (especies involucradas), el inventario de aguajes y puntos de agua, los recursos forrajeros, los cercos y límites de potreros y ranchos, los tipos de vegetación dominante y la topografía del terreno. Todos estos elementos pueden ser de utilidad en la toma de decisiones en cuanto al manejo de los recursos naturales (agua y forraje) y del ganado.

Otra línea de investigación importante es la que se refiere a la implementación de paquetes tecnológicos integrales que permitan realizar el aprovechamiento sustentable del agua en la producción agrícola y ganadera. Un paquete de este tipo puede estar constituido por los siguientes elementos: un sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia (trampa de lluvia), un invernadero para la producción intensiva de forraje hidropónico y un módulo de compostaje para procesar residuos sólidos (excremento del ganado). Estos tres elementos

generalmente se manejan de manera aislada, con lo cual no se logra el aprovechamiento integral de los recursos, pero la oportunidad de investigación consiste en integrarlos en un solo paquete y optimizar su funcionamiento.

9. Conclusiones

El diagnóstico realizado permitió conocer la situación actual y las perspectivas futuras sobre la gestión y el uso del agua en el sector agropecuario del estado de Nuevo León, con lo cual se contribuyó a ampliar y profundizar en el nivel de conocimiento existente sobre el tema. Asimismo, el estudio efectuado permitió identificar los principales problemas y plantear posibles soluciones en relación con el uso eficiente y sustentable del agua en la producción agrícola y pecuaria, a través del planteamiento de propuestas para la ejecución de proyectos específicos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico que serán retomadas en un futuro cercano por el IANL.

PRIMERA PARTE:

GENERALIDADES

ASPECTOS GEOGRÁFICOS DE NUEVO LEÓN

Por su ubicación geográfica, el estado de Nuevo León está situado en parte dentro del cinturón de los grandes desiertos del mundo; sin embargo, la presencia de cadenas montañosas y la cercanía con el Golfo de México mitigan parcialmente el clima extremo, propiciando la existencia de bosques y matorrales altos en algunas zonas de la entidad.

En este capítulo se incluyen las principales características geográficas del estado de Nuevo León con la finalidad de proporcionar un panorama amplio que permita identificar y reconocer sus condiciones físicas y naturales, de tal forma que sea factible realizar de la mejor manera el análisis y comprensión de los temas que se abordan en los capítulos siguientes.

Así, el presente capítulo está estructurado de tal modo que se abordan en forma consecutiva los aspectos más importantes de la geografía del estado, como son: ubicación, división política, fisiografía, climatología, suelos, hidrografía, uso del suelo, tipos de vegetación y uso potencial de la tierra, incluyendo en cada caso las principales características y los datos más relevantes de los rubros analizados.

1.1. Ubicación

El estado de Nuevo León se encuentra localizado al noreste de la República Mexicana entre los paralelos 27°49' y 23°11' de latitud norte y entre los meridianos 98°26' y 101°14' de longitud oeste.¹ Es atravesado en el sur por el Trópico de Cáncer en los municipios de Mier y Noriega y Doctor Arroyo en el paralelo 23°27'.

Las colindancias del estado son las siguientes: al norte con los estados de Coahuila y Tamaulipas y con los Estados Unidos de América (comparte una longitud de 19 km de frontera internacional con Texas); al sur con los estados de Tamaulipas y San Luis Potosí; al este con el estado de Tamaulipas y al oeste con los estados de Coahuila, San Luis Potosí y Zacatecas (en el vértice de los límites de los cuatro estados) (Figura 1.1).

¹ INEGI, 2000. Marco Geoestadístico.

Figura 1.1. Ubicación geográfica del estado de Nuevo León.



Fuente: adaptado de INEGI (2011).

La superficie total del estado es de 64,555 km² que representan el 3.3% de la superficie total del país; por su extensión ocupa el decimotercer lugar en la República Mexicana.²

1.2. División política

El estado de Nuevo León está integrado por 51 municipios (Figura 1.2) y su capital es la ciudad de Monterrey, alrededor de la cual se ubica el área metropolitana que está formada por nueve municipios: Monterrey, San Pedro Garza García, Santa Catarina, García, Guadalupe, San Nicolás de los Garza, Apodaca, General Escobedo y Juárez.³ Estos municipios ocupan en conjunto una superficie de 3,249 km² que representa tan sólo el 5.0% de la superficie del estado, pero en ellos viven 3.6 millones de habitantes que constituyen el 85.7% de la población estatal (4.2 millones de habitantes).⁴

El municipio más grande de Nuevo León es Galeana, con una superficie de 7,154.6 km² que representa el 11.1% del estado y supera en extensión territorial incluso a otros estados de la República Mexicana como son Tlaxcala, Morelos, Colima y Aguascalientes. En contraste, el municipio más pequeño es San Pedro Garza García con una superficie de 69.4 km² que representa el 0.11% del estado.⁵

² INEGI-DGG, 1999. Superficies Nacional y Estatales.

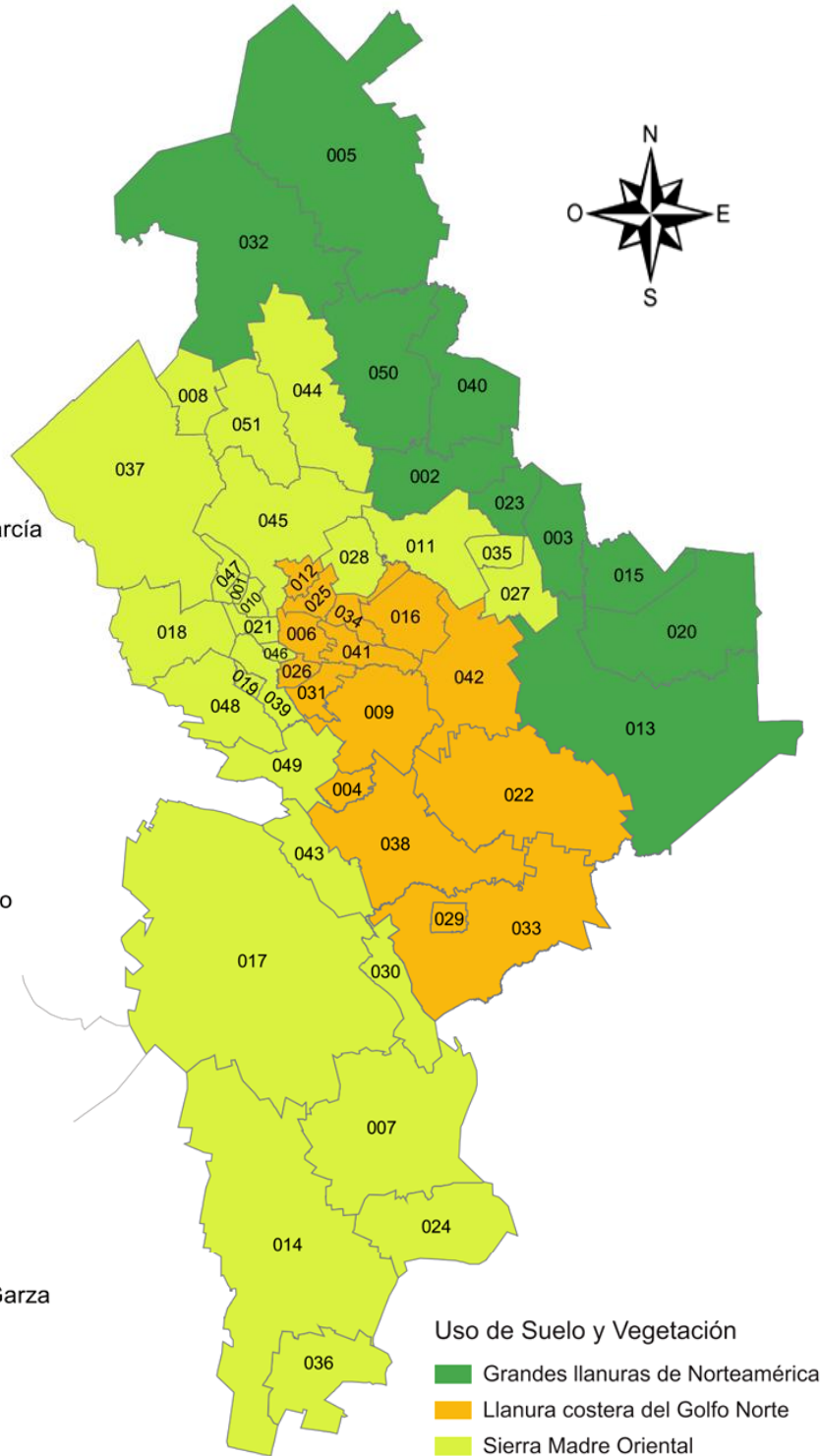
³ GENL, 2011. Municipios de Nuevo León.

⁴ INEGI, 2005. Segundo Censo de Población y Vivienda.

⁵ INAFED, 2010. Enciclopedia de los Municipios de México.

Figura 1.2. Regiones y municipios del estado de Nuevo León.

- 001 Abasolo
- 002 Agualeguas
- 003 Los Aldamas
- 004 Allende
- 005 Anáhuac
- 006 Apodaca
- 007 Aramberri
- 008 Bustamante
- 009 Cadereyta Jiménez
- 010 Carmen
- 011 Cerralvo
- 012 Ciénega de Flores
- 013 China
- 014 Dr. Arroyo
- 015 Dr. Coss
- 016 Dr. González
- 017 Galeana
- 018 García
- 019 San Pedro Garza García
- 020 Gral. Bravo
- 021 Gral. Escobedo
- 022 Gral. Terán
- 023 Gral. Treviño
- 024 Gral. Zaragoza
- 025 Gral. Zuazua
- 026 Guadalupe
- 027 Los Herreras
- 028 Higuera
- 029 Hualahuises
- 030 Iturbide
- 031 Juárez
- 032 Lampazos de Naranjo
- 033 Linares
- 034 Marín
- 035 Melchor Ocampo
- 036 Mier y Noriega
- 037 Mina
- 038 Montemorelos
- 039 Monterrey
- 040 Parás
- 041 Pesquería
- 042 Los Ramones
- 043 Rayones
- 044 Sabinas Hidalgo
- 045 Salinas Victoria
- 046 San Nicolás de los Garza
- 047 Hidalgo
- 048 Santa Catarina
- 049 Santiago
- 050 Vallecillo
- 051 Villadama



Fuente: SAGARPA / INIFAP (2010).

1.3. Fisiografía

La altitud del estado de Nuevo León varía entre 70 y 3,710 metros sobre el nivel del mar (msnm). El estado queda comprendido dentro de tres regiones o provincias fisiográficas: la Llanura Costera del Golfo Norte, la Sierra Madre Oriental y la Gran Llanura Norteamericana (Figura 1.3).

Figura 1.3. Provincias fisiográficas del estado de Nuevo León.



Fuente: adaptado de INEGI (2011).

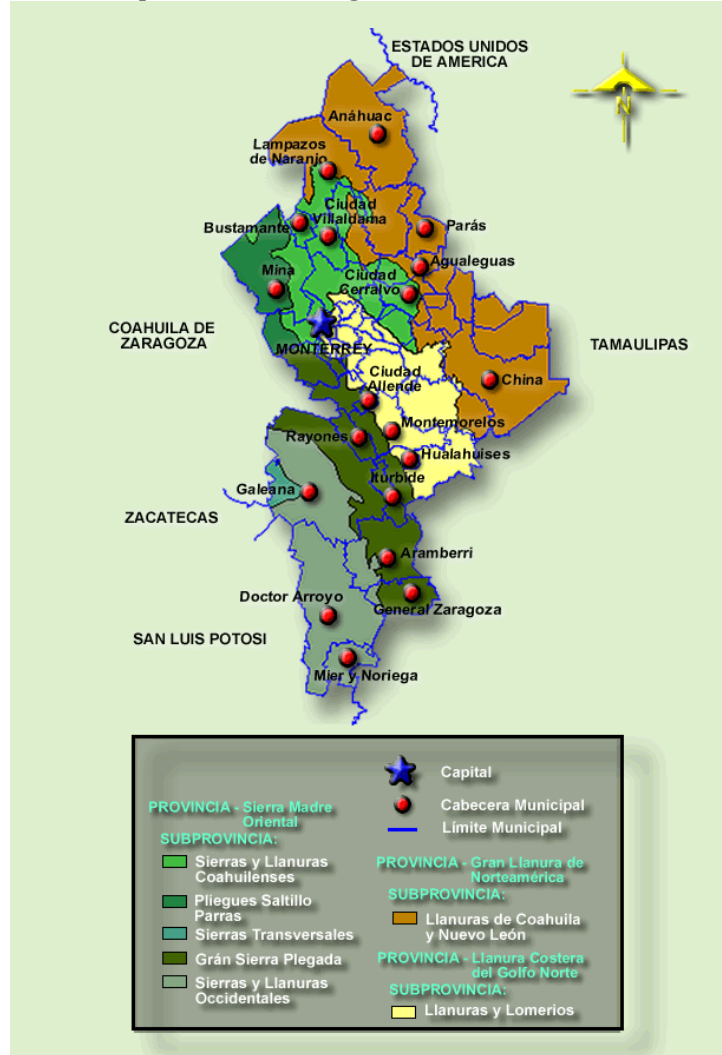
A continuación se describen brevemente las principales características de cada una de las provincias fisiográficas del estado:⁶

- **Gran Llanura Norteamericana.** Esta provincia ocupa la porción nororiental del estado y su rasgo más destacado es la presencia de amplias llanuras, muy planas y cubiertas de vegetación de pradera. Está representada por la subprovincia de las *Llanuras de Coahuila y Nuevo León*, la cual forma parte de la región conocida como Llanura Costera o Plano Inclinado (Figura 1.4).

⁶ INEGI, 2011. Aspectos Geográficos de Nuevo León.

- **Llanura Costera del Golfo Norte.** Comprende la porción central del estado y abarca las tierras más bajas de Nuevo León. Es una gran región plana que se eleva desde los 50 hasta los 250 metros sobre el nivel del mar (msnm), presenta una serie de lomeríos y cerros de poca altura. Los principales ríos del estado se encuentran en esta zona fisiográfica y dirigen su cauce hacia el este. Está representada por la subprovincia de *Llanuras y Lomeríos* constituida por una sierra baja, la sierra de las Mitras.

Figura 1.4. Subprovincias fisiográficas del estado de Nuevo León.



Fuente: INEGI (2011).

- **Sierra Madre Oriental.** Ocupa la mayor parte de la porción occidental del estado y presenta terrenos muy accidentados, en forma de sierras paralelas que alcanzan una altitud de 2,000 msnm en promedio. En esta zona se ubican los cerros más altos de la entidad como son El Morro y El Potosí con más de 3,500 msnm (Cuadro 1.1 y Figura 1.5). Los cauces que se forman entre las sierras forman arroyos de diversa importancia que se dirigen hacia el este.

Cuadro 1.1. Principales elevaciones del estado de Nuevo León.

Nombre	Altitud (msnm)
Cerro El Morro	3,710
Cerro El Potosí	3,700
Picacho San Onofre (Sierra Peña Nevada)	3,540
Sierra El Viejo	3,500
Sierra Potrero de Abrego	3,460
Sierra Los Toros	3,200
Cerro Grande de la Ascensión	3,200
Sierra Cerro de la Silla	1,800

Fuente: INEGI, Carta Topográfica 1:50 000

Figura 1.5. Topografía y principales elevaciones de Nuevo León.



Fuente: adaptado de INEGI (2011).

Esta provincia comprende cinco subprovincias: la *Gran Sierra Plegada*, que forma el maciso montañoso; los *Pliegues Saltillo-Parras*, con serranías aisladas al noroeste; en la parte suroeste se encuentra la subprovincia de *Sierras Transversales*; al sur en el Altiplano Mexicano se encuentra la subprovincia de las *Sierras y Llanuras Occidentales*; y por último, ubicada al oriente de la provincia se encuentra la subprovincia de las *Sierras y Llanuras Coahuilenses*.

1.4. Climatología

1.4.1. Tipos de climas

El clima en el estado de Nuevo León es muy variable debido a la desigualdad del relieve existente entre las grandes regiones fisiográficas que lo integran, predominando los climas secos y semisecos extremos (Cuadro 1.2, Figura 1.6). Por su latitud, Nuevo León está comprendido dentro de la gran zona árida mundial; sin embargo, la presencia de cadenas montañosas y la cercanía con el Golfo de México mitigan en parte el clima extremo propiciando la existencia de bosques y matorrales altos.

Cuadro 1.2. Tipos de climas presentes en el estado de Nuevo León.

Tipo o subtipo	Símbolo	% de la superficie estatal
Muy seco semicálido	Bwh	4.8
Seco muy cálido y cálido	Bs(h')	16.9
Seco semicálido	BSh	14.4
Seco templado	BSk	8.3
Semiseco muy cálido y cálido	BS1(h')	16.8
Semiseco semicálido	BS1h	6.6
Semiseco templado	BS1k	5.4
Semifrío subhúmedo con lluvias en verano	C(E)(w)	0.1
Templado subhúmedo con lluvias en verano	C(w)	4.9
Templado subhúmedo con lluvias escasas todo el año	Cx	2.1
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	ACw	9.1
Semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año	ACx	10.6

Fuente: INEGI. Carta de Climas, 1:1 000 000

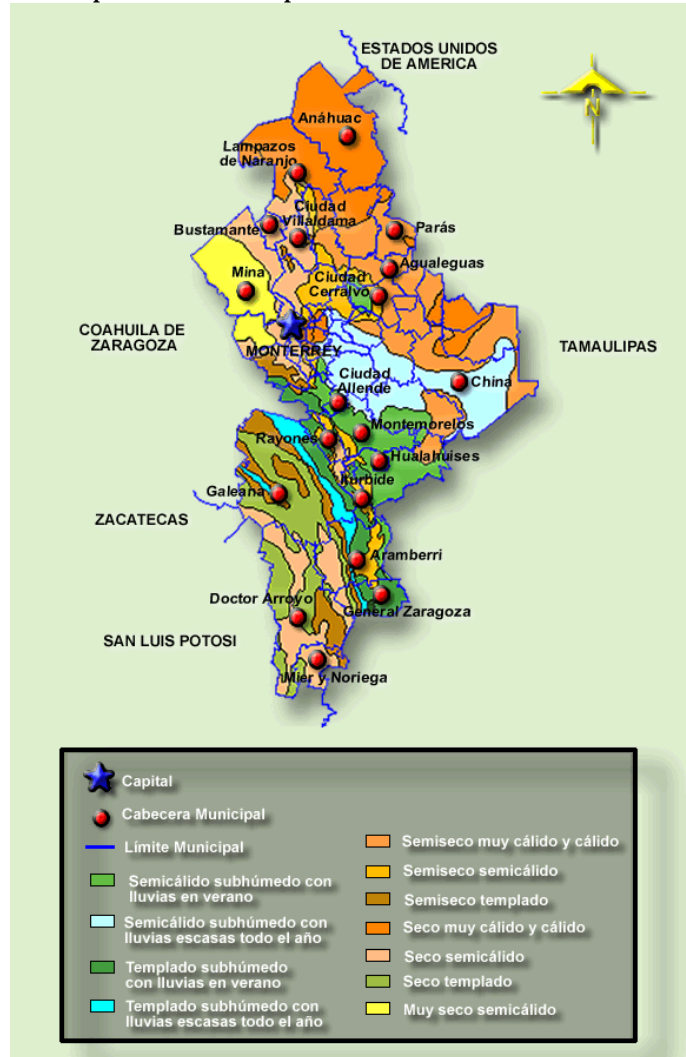
A continuación se describen brevemente los tipos de climas existentes en cada una de las regiones fisiográficas del estado:

a) Climas de la Gran Llanura de Norteamérica

- **Climas Secos.** Se distribuyen en el extremo norte del estado y se caracterizan principalmente porque la evaporación excede a la precipitación. Asociados a estos climas se encuentran tipos de vegetación

xerófito como los matorrales desérticos, espinosos, etc. Las lluvias se presentan en verano y son escasas el resto del año.

Figura 1.6. Tipos de climas presentes en el estado de Nuevo León.



Fuente: INEGI (2011).

- **Climas Semisecos.** Se distribuyen en el centro de la provincia; tienen características similares a las de los secos y están asociados a la vegetación de matorral intermontano y mezquital; su régimen de humedad no es tan extremo.
- **Clima Semicálido.** Este clima rige en una mínima porción en los municipios de China y General Bravo, en el extremo sur de la zona, y está determinado por la influencia climática de la Llanura Costera del Golfo Norte.

b) Climas de la Llanura Costera del Golfo Norte

- **Climas Semicálidos.** Tienen una temperatura media anual mayor de 18°C. Se encuentran asociados a comunidades vegetativas del tipo del material rosetófilo costero y plantas halófitas, y se distribuyen en la mayor parte de la llanura costera que corresponde a la entidad. Estos climas están representados por dos variantes: el semicálido subhúmedo con lluvias en verano y el semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año.
- **Clima Seco.** El clima seco semicálido con lluvias en verano se presenta en una reducida área al norte, que comprende los municipios de Ciénega de Flores y Carmen; está determinado por influencias climáticas de la Sierra Madre Oriental.

c) Climas de la Sierra Madre Oriental

- **Clima Semiseco.** En la zona se presenta únicamente el clima semiseco templado, que registra lluvias escasas todo el año. La máxima incidencia mensual de lluvia se presenta en mayo y agosto, con un rango de 35 a 40 mm, y la mínima en marzo, con menos de 10 mm.
- **Climas Secos.** Las características generales de estos climas son las mismas que se describen en la zona de la Gran Llanura de Norteamérica. En el área de transición de la sierra al altiplano, se desarrolla una serie de fenómenos climáticos complejos que originan una retención de humedad en las partes altas de la sierra, por lo que los vientos pasan secos a la vertiente interior, en las sierras y llanuras occidentales, desarrollando franjas climáticas orientadas de norte a sur, de tipo seco y templado.
- **Climas muy Secos.** Son los más extremosos en cuanto a humedad, es decir, las condiciones de evaporación son mucho más elevadas que el régimen de precipitación.
- **Climas Templados.** Estos climas se observan en las partes altas de la sierra, donde las condiciones de humedad propician un cambio notorio. Están distribuidos en una franja norte-sur que corresponde a la transición entre las llanuras occidentales y la Sierra Madre Oriental. Las comunidades vegetativas típicas en estos climas son bosques mesófilos de montaña y matorral de coníferas.
- **Clima Semicálido.** Este clima presenta las características generales mencionadas para los de la Llanura Costera del Golfo Norte, pues se encuentra en la zona de transición entre la llanura y la sierra, como continuidad climática.

1.4.2. Temperatura

Para el registro y análisis periódico de las variables del tiempo atmosférico y del clima (temperatura, precipitación, evaporación, etc.), el estado de Nuevo León cuenta con una red de estaciones meteorológicas ubicadas a lo largo y ancho del territorio, de las cuales, para los propósitos del presente trabajo, se seleccionaron doce que se consideran representativas de la entidad⁷ (Cuadro 1.3).

Cuadro 1.3. Estaciones meteorológicas representativas del estado de Nuevo León.

Clave	Estación	Latitud norte			Longitud oeste			Altitud (m)
		Grad.	Min.	Seg.	Grad.	Min.	Seg.	
19-039	La Boca	25	25	ND	100	09	ND	490
19-033	Raíces	25	14	52	100	01	53	520
19-014	Las Enramadas	25	30	03	99	31	16	190
19-021	Iturbide	24	43	31	99	54	17	1,480
19-064	Ciénega del Toro	25	05	05	100	20	00	2,140
19-030	Monterrey	25	40	58	100	16	18	500
19-085	San Rafael	25	01	35	100	32	55	1,885
19-024	Lampazos	27	04	41	100	29	27	290
19-015	Galeana	24	49	12	100	04	46	1,640
19-036	Rinconada	24	40	52	100	43	03	1,000
19-082	El Rusio	24	41	47	100	26	31	1,940
19-031	La Popa	26	09	50	100	49	40	950

Fuente: CONAGUA-SMN (2011).

La temperatura media anual en el estado de Nuevo León es muy variable de una región a otra, oscilando entre los 12 a 14 °C en la Sierra Madre Oriental hasta los 22 a 24 °C en la Llanura Costera del Golfo (Cuadro 1.4 y Figuras 1.7 y 1.8).

Sin embargo, en realidad la temperatura media anual de la entidad es poco representativa de las condiciones térmicas del estado, pues se tienen **temperaturas máximas** que varían en promedio de 24 a 26°C en la zona de la Sierra Madre Oriental hasta los 30 a 32°C en la Llanura Costera del Golfo y en la Gran Llanura de Norteamérica (Figura 1.9). Asimismo, en la entidad se han registrado temperaturas máximas extremas de hasta 40 a 45°C.

En el otro extremo, las **temperaturas mínimas** anuales varían en promedio de 4 a 6°C en la Sierra Madre Oriental hasta los 16 a 18°C en la Llanura Costera del Golfo y

⁷ Los criterios para seleccionar las estaciones meteorológicas representativas del estado fueron básicamente dos: ubicación geográfica y disponibilidad de información (normales climatológicas del período 1981-2010).

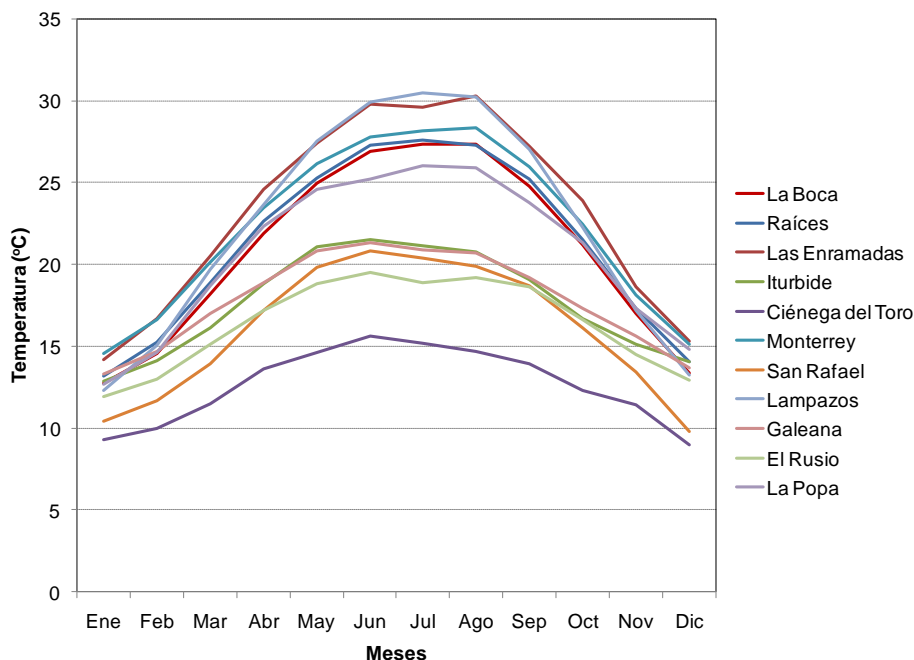
en la Gran Llanura Norteamericana (Figura 1.10), pero se han registrado temperaturas mínimas extremas de hasta -5 a -10°C.

Cuadro 1.4. Temperatura media anual en el estado de Nuevo León.

Estación	Período	Temperatura promedio anual				
		Normal (°C)	Año más frío		Año más caluroso	
			Año	°C	Año	°C
La Boca	1923-2008	20.9	1976	18.9	1998	23.4
Raíces	1940-2008	21.3	1976	19.3	1997	22.5
Las Enramadas	1940-2008	23.2	1976	20.1	1998	25.3
Iturbide	1960-2008	17.6	1987	16.2	1995	18.6
Ciénega del Toro	1957-2005	12.6	1984	11.6	1982	14.7
Monterrey	1886-2008	22.2	1966	20.5	1958	24.0
San Rafael	1963-2005	16.0	1988	14.6	2000	16.7
Lampazos	1972-2007	22.4	1976	18.8	1998	23.7
Galeana	1924-2005	17.8	1977	15.3	1946	20.5
Rinconada	1945-2008	21.2	1995	18.8	1971	22.3
El Rusio	1957-2007	16.4	1990	12.5	1968	20.3
La Popa	1956-2007	20.6	1997	14.7	1995	23.1

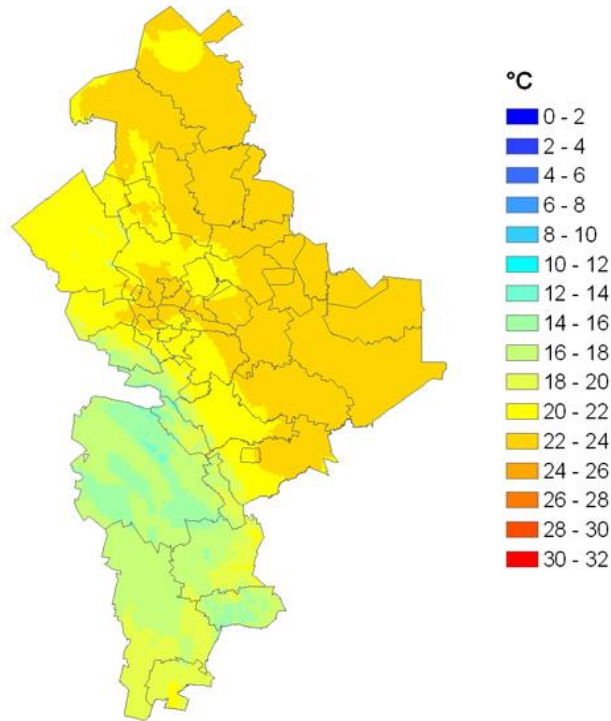
Fuente: CONAGUA-SMN (2011).

Figura 1.7. Distribución de la temperatura media mensual en el estado de Nuevo León.



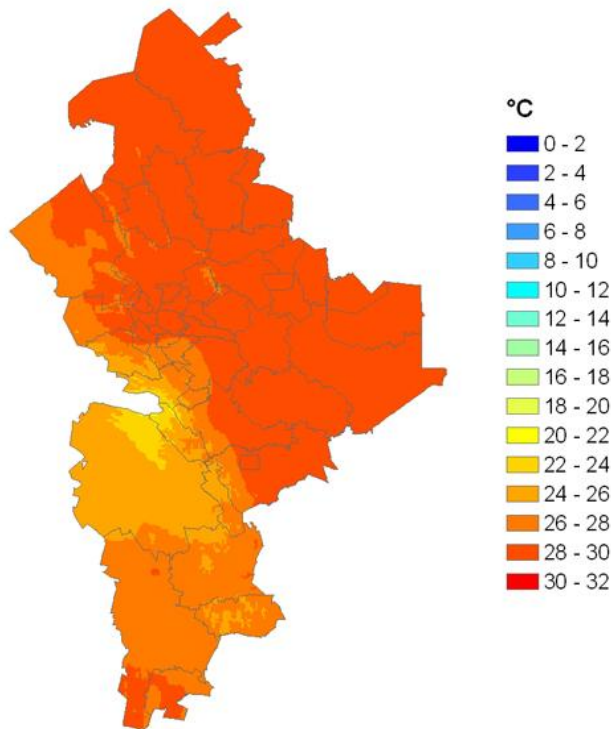
Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA-SMN (2011).

Figura 1.8. Temperatura media anual en el estado de Nuevo León.



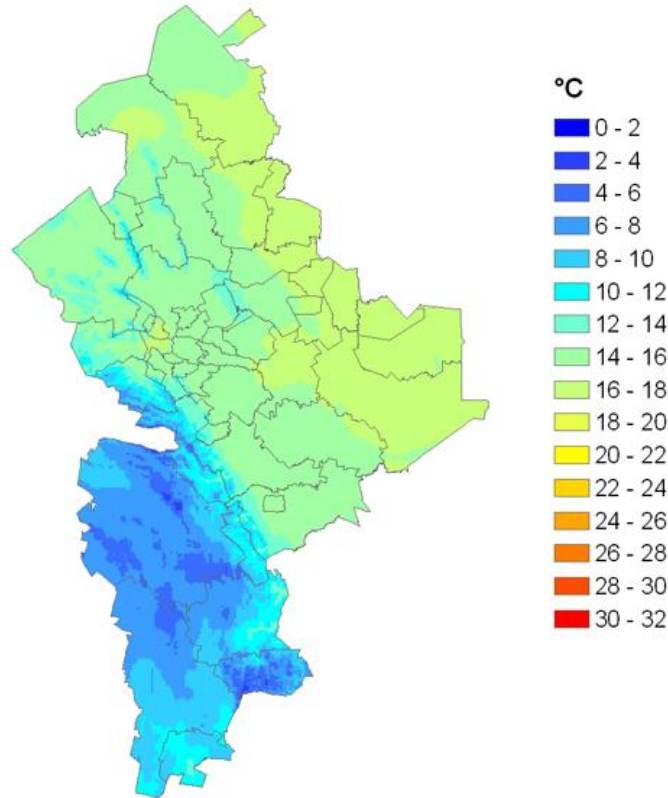
Fuente: INIFAP (2011).

Figura 1.9. Temperaturas máximas anuales en el estado de Nuevo León.



Fuente: INIFAP (2011).

Figura 1.10. Temperaturas mínimas anuales en el estado de Nuevo León.



Fuente: INIFAP (2011).

1.4.3. Precipitación pluvial

La precipitación pluvial es muy escasa en Nuevo León, pues la media general del estado oscila entre 300 y 600 mm anuales, aunque cuenta con pequeñas zonas ubicadas en la Llanura Costera del Golfo que registran lluvias anuales mayores de 800 mm (Cuadro 1.5).

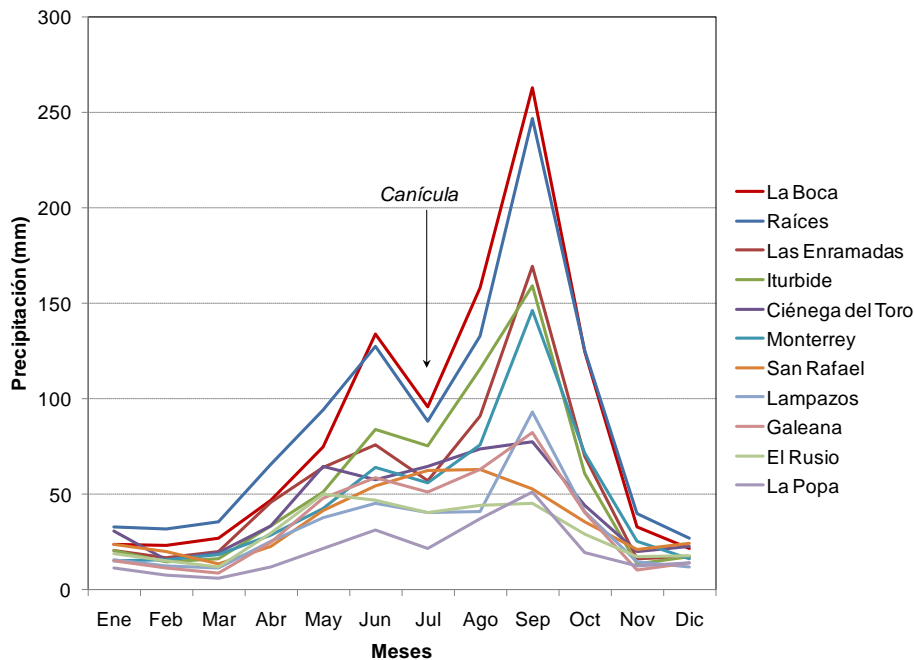
A lo largo del año se distinguen en el estado dos condiciones meteorológicas: la **época de lluvias** (mayo-octubre), la cual se asocia con la afluencia de aire marítimo tropical con alto contenido de humedad, y la **época seca** (noviembre-abril), asociada con el flujo de aire polar con bajo contenido de humedad. En julio hay un período seco (conocido como *canícula*) el cual es seguido por el período de lluvias que comienza al final de agosto y finaliza hasta mediados de octubre, siendo ésta la temporada de huracanes (Figura 1.11).

Cuadro 1.5. Precipitación total anual en el estado de Nuevo León.

Estación	Período	Precipitación total anual				
		Normal (mm)	Año más seco		Año más lluvioso	
			Año	mm	Año	mm
La Boca	1923-2008	1,022.8	1950	561.0	1966	1,871.8
Raíces	1940-2008	1,000.2	1950	448.4	1973	2,042.0
Las Enramadas	1940-2008	843.9	1989	299.0	1967	1,440.5
Iturbide	1960-2008	641.3	2006	422.3	1981	1,005.2
Ciénega del Toro	1957-2005	523.5	1972	181.5	1976	1,303.7
Monterrey	1886-2008	575.8	1988	147.4	1933	1,311.3
San Rafael	1963-2005	433.8	1999	159.0	1976	862.5
Lampazos	1972-2007	389.9	1977	187.0	1976	666.0
Galeana	1924-2005	427.6	1952	190.0	1990	680.5
Rinconada	1945-2008	223.6	1995	36.5	1981	815.0
El Rusio	1957-2007	366.2	1974	116.0	1986	1,361.6
La Popa	1956-2007	244.5	1991	35.0	1973	828.4

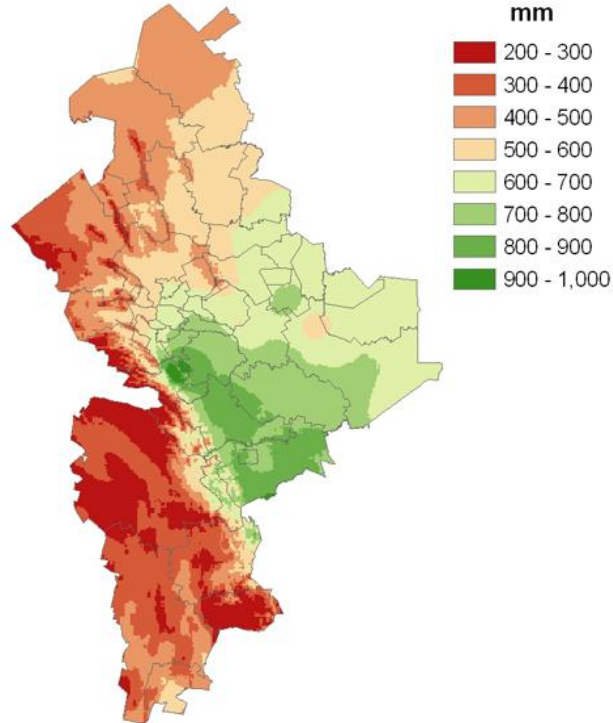
Fuente: CONAGUA-SMN (2011).

Figura 1.11. Variación de la precipitación mensual en el estado de Nuevo León.



Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA-SMN (2011).

Figura 1.12. Precipitación total anual en el estado de Nuevo León



Fuente: INIFAP (2011).

En el estudio denominado “Escenarios Climatológicos de la República Mexicana ante el Cambio Climático”⁸ se describe la disponibilidad de humedad y el patrón de lluvias para las dos condiciones meteorológicas del estado de Nuevo León. En cuanto a la disponibilidad de humedad en el suelo, el estudio destaca que éste es un factor importante para el desarrollo de las actividades agropecuarias y forestales. Se menciona asimismo, que de enero a diciembre el 73% de la superficie del estado (con excepción de la Sierra Madre Oriental y las partes medias de su vertiente al Golfo de México) sin la cosecha de agua de lluvia, la conservación de suelos y un manejo sustentable de la flora y fauna locales, sería un área restrictiva para el desarrollo de la agricultura, ganadería y silvicultura.

En un 4% de la superficie, principalmente en los municipios de Mina y García, se compromete inclusive el abasto del vital líquido para uso humano por la alta demanda de agua. Sólo en el 7% de la superficie del estado hay condiciones de humedad adecuadas de enero a diciembre, distribuidas en las partes altas de la Sierra Madre Oriental. El 16% restante de la superficie estatal es un área con un temporal parcialmente establecido que no está exenta de déficits de humedad en 6 de cada 10 años.

⁸ CONAZA, 2004.

De mayo a octubre, época en la que se presentan las principales lluvias, el 12% del territorio tiene temporales relativamente abundantes, ubicados principalmente en la Sierra Madre Oriental. Las regiones aledañas a dicha sierra y porciones de los municipios de Mier y Noriega, Doctor Arroyo e Higuera, son áreas con un temporal parcialmente establecido, que representan el 11% de la superficie. El restante 77% mantiene condiciones marginales de humedad e incluso disminuye la disponibilidad del vital líquido al oeste y norte del estado por las altas temperaturas, siendo los municipios más afectados por tal situación Mina, García, Bustamante, Aldama, Salinas Victoria, Hidalgo, Carmen, Gral. Escobedo, Santa Catarina, San Nicolás de los Garza, Apodaca, Ciénega de Flores, Higuera, Sabinas, Villaldama, Cerralvo, Rayones, Vallecillos, Lampazos, Anáhuac, Los Aldama, Los Herrera, Doctor Coss y China.

Durante los meses de noviembre a abril, derivado de la aparición de bajas temperaturas y frentes fríos en la región, la disponibilidad de humedad al norte y centro del estado aumenta. Estas mismas condiciones de temperatura combinadas con la humedad que arrastran los frentes fríos de invierno incrementan considerablemente la disponibilidad de agua en las partes altas de la Sierra Madre Oriental, principalmente en los municipios de Santiago, Allende, Montemorelos y General Zaragoza. En contraste, en la parte sur del estado disminuye considerablemente la disponibilidad de humedad, alcanzando déficits extremos en los municipios de Mier y Noriega, Doctor Arroyo, Galeana y porciones de Aramberri.

1.4.4. Evaporación

En contraste con la precipitación pluvial, la evaporación media anual en el estado es superior a los 1,000 mm, llegando a ser mayor que 1,400 mm en la zona sur de la entidad (Figura 1.13).

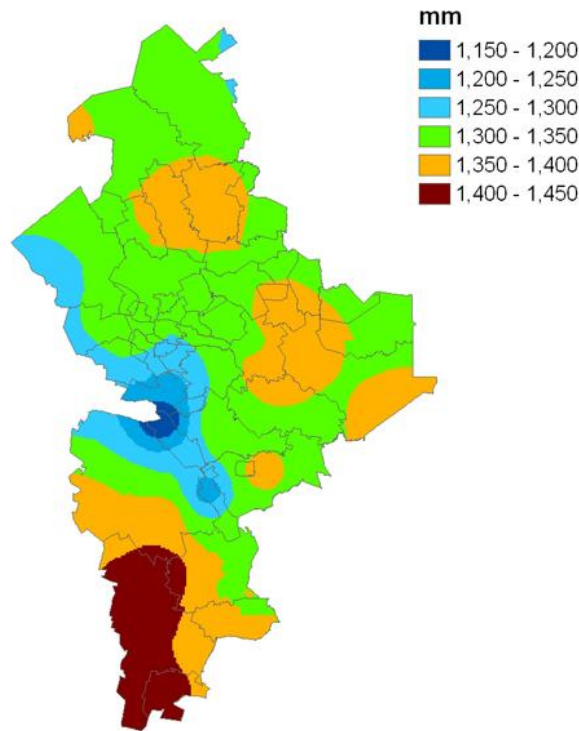
El hecho de que la evaporación excede a la precipitación, es un indicativo de que la lluvia no es suficiente para mantener corrientes de agua permanentes.

1.4.5. Heladas y granizadas

El análisis de las heladas⁹ y granizadas es muy importante desde el punto de vista agrícola, pues ambos fenómenos meteorológicos pueden causar graves daños a los cultivos o incluso la pérdida total de la producción.

⁹Las heladas son fenómenos que ocurren cuando la temperatura ambiental desciende por debajo de los 0°C. (COANGUA, 2011. Glosario).

Figura 1.13. Evaporación media anual en el estado de Nuevo León.



Fuente: INIFAP (2011).

De acuerdo con las tres zonas fisiográficas definidas anteriormente y en relación con sus climas, los fenómenos de heladas tienen una distribución particular en cada caso. Así, en los climas semicálidos de la Llanura Costera del Golfo, las heladas presentan una frecuencia de 0 a 20 días al año. En las zonas de climas secos de la Gran Llanura de Norteamérica y de la Sierra Madre Oriental, las heladas tienen también un rango de 0 a 20 días, con excepción de las áreas con clima semiseco templado. En las sierras y llanuras occidentales se registran en periodos de 20 a 40 días. Finalmente, en las partes altas de la Sierra Madre Oriental, donde los climas son templados, se presentan heladas con una frecuencia que va de 20 a 60 días.

En cuanto a las granizadas, su distribución es muy irregular y no guardan un patrón de comportamiento definido; en general, se presentan con un rango de 0 a 2 días en el 80% del estado y en casi todos los climas descritos. En una mínima parte de las áreas con climas secos templados y secos semicálidos, las granizadas se presentan de 2 a 4 días por año.

1.5. Hidrografía

Debido a que la hidrografía es un aspecto fundamental para el análisis del tema que nos ocupa en el presente diagnóstico, se ha considerado pertinente separar este rubro y dedicar un capítulo completo para examinar la situación de los recursos hídricos en el estado de Nuevo León, tanto en lo que se refiere a las aguas superficiales como a las

aguas subterráneas. Por tal motivo, **en el Capítulo 2 se presenta toda la información correspondiente a este apartado.**

1.6. Suelos

En el estado de Nuevo León predominan tres unidades o grupos de suelos según la clasificación de la Base Mundial de Referencia para los Recursos Edáficos¹⁰ (WRB, por sus siglas en inglés), los cuales son: Leptosoles, Calcisoles y Vertisoles, que en conjunto ocupan el 73.5% de la superficie estatal (Cuadro 1.6).

Cuadro 1.6. Tipos de suelos dominantes en el estado de Nuevo León.

Nombre	Clave	% de la superficie estatal
Calcisol	CL	24.6
Cambisol	CM	0.6
Chernozem	CH	4.0
Fluvisol	FL	1.3
Gleysol	GL	0.1
Gypsisol	GY	1.5
Kastañozem	KS	7.7
Leptosol	LP	32.2
Luvisol	LV	2.4
Phaozem	PH	4.4
Regosol	RG	3.7
Solonchak	SC	1.5
Vertisol	VR	14.9
Otros	-	1.1
Total		100.0

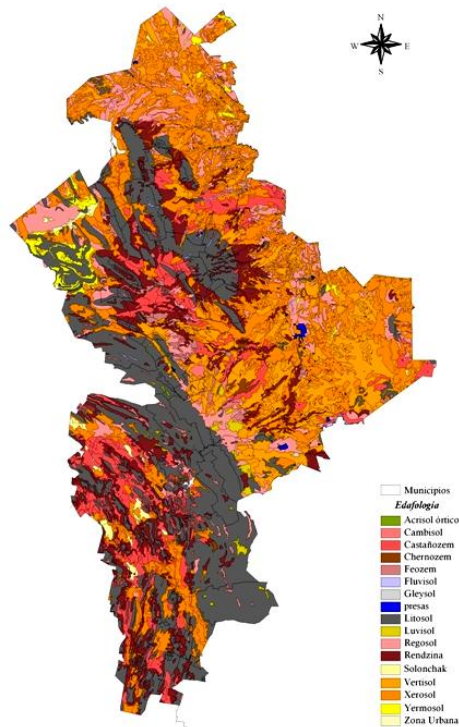
Fuente: INEGI (2009). Anuario Estadístico de Nuevo León.

Las principales características de los tres tipos de suelos dominantes en el estado son las siguientes:

- **Suelos Leptosoles** (antes Litosoles y Rendzinas). Son suelos someros –con un espesor menor de 10 cm– limitados en profundidad por un estrato continuo y coherente que puede ser roca o un horizonte cementado por carbonato de calcio. Se les encuentra en las principales sierras, lomeríos y pies de monte o sobre pendientes abruptas. Estos suelos no son aptos para ser utilizados con fines agrícolas o pecuarios por lo que deben ser reservados para fines forestales con el propósito de preservarlos y evitar su pérdida total por erosión.

¹⁰ FAO. 1998. World Reference Base for Soil Resources.

Figura 1.14. Tipos de suelos presentes en el estado de Nuevo León.



Fuente: UANL (2011).

- **Suelos Calcisoles** (antes Xerosoles y Yermosoles). Su nombre deriva del término latino *calcarius* que significa calcáreo, haciendo alusión a la acumulación sustancial de caliza secundaria. Son suelos de color pálido o blanquecino que están presentes en los climas áridos o semiáridos y se localizan en zonas con relieve llano o en colinas.

Figura 1.15. Suelos calcisoles en el sur de Nuevo León.



Foto: IANL (2011).

La sequía, la pedregosidad de algunas zonas, y la presencia de horizontes petrocálcicos someros, son las principales limitaciones a su utilización agrícola. Cuando se riegan y se fertilizan, es necesario que tengan buen drenaje para evitar la salinización. Pueden tener una alta productividad para una gran diversidad de cultivos. Las zonas de colinas se usan preferentemente para pastizal con baja carga de ovejas y cabras.

- **Suelos Vertisoles.** Son suelos profundos de más de 100 cm que se caracterizan por tener un alto contenido de arcilla expansiva –conocida como montmorillonita– la cual forma profundas grietas en las estaciones secas del año. Su modo de formación es de origen aluvial, distribuidos en las planicies de la plataforma central sobre pendientes muy leves. Dependiendo del material parental o del clima, pueden oscilar del color gris al rojizo o al negro, siendo este último el más común.

Figura 1.16. Suelos vertisoles en la zona citrícola de Nuevo León.



Foto: IANL (2011).

En su estado climático natural, los vertisoles suelen estar cubiertos de pastos. Su capacidad para retener humedad es alta, y aunque su labranza es difícil, también tienen buena fertilidad natural. Cuando se riegan, los cultivos como algodón, trigo y sorgo crecen bien en este tipo de suelos, por lo que son representativos de las zonas agrícolas de riego más productivas del estado.

1.7. Usos del suelo

En el estado de Nuevo León se identifican los siguientes tipos de uso del suelo: agrícola, ganadero, forestal y otros usos (urbano, industrial, etc.), cuyas superficies se distribuyen tal como se indica en el Cuadro 1.7.

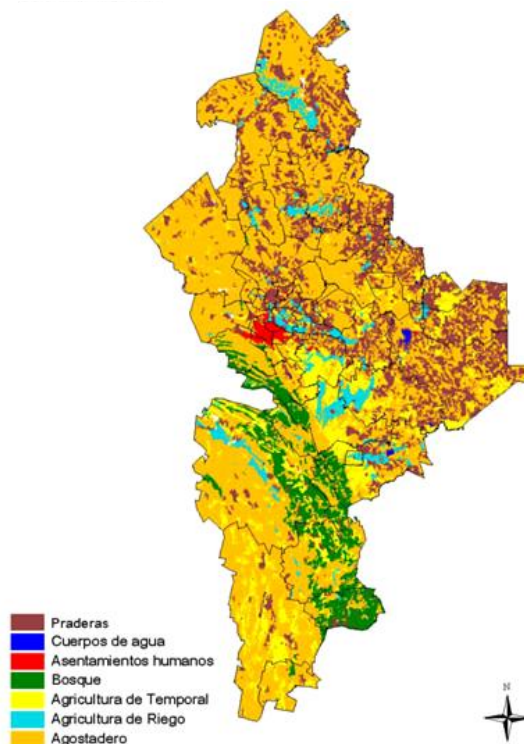
Cuadro 1.7. Usos del suelo en el estado de Nuevo León

Tipo de uso	Subtipo	Superficie (ha)		% de la sup. estatal
		Subtotal	Total	
Agricultura	Temporal	261,923	392,415	6.1
	Riego	130,492		
Ganadería	Agostadero	4,990,301	5,535,938	85.8
	Praderas	545,637		
Forestal			376,514	5.8
Otros usos			150,633	2.3
Superficie estatal			6,455,500	100.0

Fuente: SAGARPA (2003).

Como se puede observar, la **superficie de agostadero** es la más extensa del estado ubicándose fundamentalmente en los pastizales del centro y norte, así como en las partes bajas de la Sierra Madre Oriental. Los zacates y especies arbustivas componen la vegetación natural (Figura 1.17).

Figura 1.17. Usos del suelo en el estado de Nuevo León.



Fuente: INEGI (2011).

Por otro lado, la **explotación forestal** se ubica al oeste del estado, en la Sierra Madre Oriental, siendo el pino la especie que mayormente es aprovechada.

Asimismo, las **zonas agrícolas** se encuentran en los valles y llanos. La superficie agrícola de temporal es de 261,923 hectáreas, que representa el 4.0% de la superficie

estatal, mientras que la de riego es de 130,492 hectáreas, que representa el 2.0% de la superficie total del estado.

Finalmente, el 2.3% de la superficie estatal está ocupada por las **áreas urbanas**, cuerpos de agua, vías de comunicación, etc.

1.8. Vegetación

En el estado de Nuevo León es posible identificar los siguientes tipos de vegetación natural: pastizal, bosque, matorral, mezquital, chaparral y otros (Cuadro 1.8).

Cuadro 1.8. Principales tipos de vegetación y especies agrícolas de Nuevo León.

Concepto	Nombre científico	Nombre local	Utilidad
Pastizal			
1.9% de la superficie estatal	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Buffel	Forraje
	<i>Bouteloua brevisetata</i>	ND	Forraje
	<i>Bouteloua chasei</i>	Navajita de yeso	Forraje
Bosque			
9.0% de la superficie estatal	<i>Pinus teocote</i>	Pino chino	Madera
	<i>Pinus pseudostrubus</i>	Pino lacio	Madera
	<i>Quercus laeta</i>	Encino prieto	Madera
	<i>Quercus grisea</i>	Encino blanco	Madera
	<i>Juniperus monosperma</i>	Cedro	Madera
Matorral			
67.3% de la superficie estatal	<i>Fraxinus gregii</i>	Fresno	Forraje
	<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuite	Madera
	<i>Leucophyllum frutescens</i>	Cenizo	Medicinal
	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Madera
	<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	Fibras
Mezquital			
9.5% de la superficie estatal	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	Madera
	<i>Acacia rigidula</i>	Gavia	Forraje
	<i>Lippia</i> sp.	Orégano	Comestible
	<i>Helietta parviflora</i>	Barreta	Postería
	<i>Celtis pallida</i>	Granjero	Comestible
Chaparral			
2.8% de la superficie estatal	<i>Juniperus monosperma</i>	Cedro	Madera
	<i>Arctostaphylos</i> sp.	Manzanita	Madera
	<i>Quercus intricata</i>	Charrasquillo	Madera
Otros			
2.93% de la superficie estatal	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasén	Medicinal
	<i>Castela texana</i>	Chaparro amargo	Medicinal
	<i>Atriplex canescens</i>	Chamiso	Forraje

Nota: sólo se mencionan algunas especies útiles.

Fuente: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, 1:1 000 000 y 1:250 000.

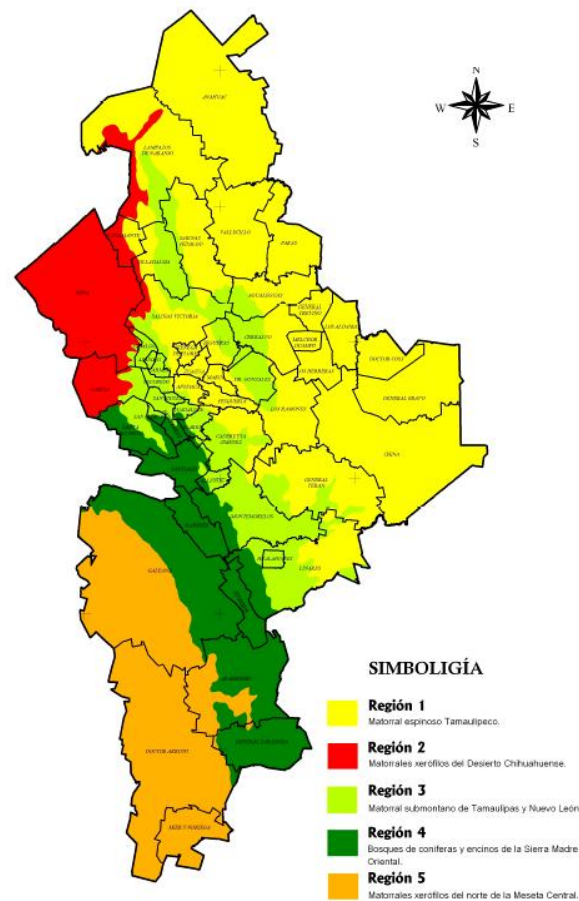
El **matorral** es el tipo de vegetación con mayor extensión en el estado (67.3%). Los matorrales se caracterizan porque generalmente están formados o dominados por

especies leñosas sin un tronco bien definido a la altura del pecho, o están ramificados desde la base de la planta, o sea, por arbustos. Este tipo de vegetación se distribuye en planicies o lomeríos o cerros bajos y en la base de las montañas; comúnmente se encuentra desde el nivel del mar y por lo general no sobrepasa los 1,000 msnm.¹¹

A continuación se describen brevemente los tipos de vegetación y especies agrícolas dominantes en cada una de las subprovincias fisiográficas del estado:¹²

- **Vegetación de la Subprovincia de Llanuras y Lomeríos.** El tipo de vegetación dominante es el matorral submontano. Otro tipo de vegetación común es el matorral espinoso tamaulipeco. Por lo demás, se encuentran algunos bosques de encino, encino-pino y pino en los sitios más altos de la subprovincia, pastizales cultivados e inducidos en el lomerío suave con llanuras; algunos mezquitales y manchones pequeños de selva baja caducifolia espinosa y de selva baja caducifolia.

Figura 1.18. Tipos de vegetación predominantes por ecorregión en el estado de Nuevo León.



Fuente: CONABIO (2009).

¹¹ Rzedowski y Rzedowski. 1989. La Vegetación de México.

¹² INEGI, 2011. Aspectos Geográficos... *Ibíd.*

- **Vegetación de la Subprovincia de las Sierras Transversales.** Donde hay climas seco templado y templado subhúmedo, se desarrollan dos tipos de vegetación dominantes: el matorral desértico micrófilo y el matorral desértico rosetófilo. Las especies más frecuentes son: gobernadora, hojasén, mezquite y nopal.
- **Vegetación de la Subprovincia de las Sierras y Llanuras Occidentales.** La vegetación está determinada principalmente por el clima, predominando el matorral desértico micrófilo y rosetófilo, así como pastizal natural, matorral submontano, bosque de pino y chaparral.

Figura 1.19. Matorrales típicos de Nuevo León.



Foto: IANL (2011).

- **Vegetación de la Subprovincia de la Gran Sierra Plegada.** Sus sierras presentan una mayor diversidad de tipos de vegetación. En las cuatro clases de sierras del área se presentan entre seis y quince ejemplos distintos de vegetación, que abarcan expresiones diversas de los tipos generales de bosque, matorral y pastizal.
- **Vegetación de la Subprovincia de los Pliegues Saltillo-Parras.** La vegetación es en su mayoría de matorral desértico rosetófilo y micrófilo. Los demás tipos de vegetación que se presentan en la zona cubren áreas muy pequeñas y son el pastizal natural en las bajadas y los lomeríos, la vegetación halófila en las llanuras de piso rocoso (sobre suelos salinos) y el matorral submontano en la sierra pliegue.
- **Vegetación de la Subprovincia de las Sierras y Llanuras Coahuilenses.** Hay una riqueza considerable de tipos de vegetación, que incluye quince comunidades vegetales distintas, desde selva baja perennifolia hasta pastizal inducido, pero predomina el matorral submontano. También existe la retama, denominada vegetación de galería, pues crece a la vera de corrientes de agua y sólo se le encuentra en esta subprovincia.

Figura 1.20. Pastizales típicos de Nuevo León.



Foto: IANL (2011).

- **Vegetación de la Subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León.** Predominan el matorral espinoso tamaulipeco y el mezquital. Se presentan en forma alternada sobre suelos del tipo del vertisol o del xerosol. También existen el matorral submontano, el matorral desértico micrófilo, vegetación halófila y pastizal natural.

1.9. Uso potencial del suelo

El uso potencial del suelo se refiere a las posibilidades de uso de la tierra, para lo cual se toman en cuenta las condiciones ambientales y en especial de las condiciones del suelo, en términos de su comportamiento como factores limitantes del uso agrícola, pecuario y/o forestal a que puede destinarse un determinado espacio geográfico. Es decir, al conjunto de condiciones a las que los productores agrícolas deben enfrentarse –buscando transformarlas o adaptarse a ellas– al pretender el aprovechamiento de la tierra y sus recursos en el desarrollo de la agricultura, ganadería y/o forestería.¹³

En el caso del estado de Nuevo León, el uso potencial de la tierra para los rubros agrícola y pecuario se presenta en el Cuadro 1.9 y en las Figuras 1.21 y 1.22.

¹³ INEGI, 2011. Descripción de la carta de Uso Potencial.

Cuadro 1.9. Uso potencial del suelo para la agricultura y la ganadería en el estado de Nuevo León.

Concepto	Descripción	% Estatal
Uso Agrícola	➤ Mecanizada continua	54.2
	➤ De tracción animal continua	1.7
	➤ Manual estacional	3.3
	➤ No aptas para la agricultura	40.8
Uso Pecuario	➤ Para el desarrollo de praderas cultivadas	50.3
	➤ Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal	18.8
	➤ Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino	29.2
	➤ No aptas para uso pecuario	1.7

Fuente: INEGI. Uso Potencial, Agricultura y Ganadería, 1:1 000 000.

A continuación se describe el uso potencial del suelo para cada una de las subprovincias fisiográficas presentes en el estado:¹⁴

En la **subprovincia de Llanuras y Lomeríos** existen las condiciones adecuadas para el cultivo. Solamente el sistema denominado sierra baja presenta características tales que impiden cualquier intento de poner en marcha empresas agrícolas en el área. Además, sólo la mitad del área de los lomeríos con llanos permite el establecimiento de empresas pecuarias con pastoreo intensivo sobre praderas cultivadas. Las limitaciones para la movilidad del ganado y para el cultivo de praderas son de leves a moderadas. Por lo demás, sólo hay dos alternativas de uso forestal en la subprovincia. La primera es la extracción de los recursos maderables con fines comerciales. La segunda está en la vegetación de matorrales, cuyo uso forestal se reduce a una explotación que únicamente cubre las necesidades de la población local.

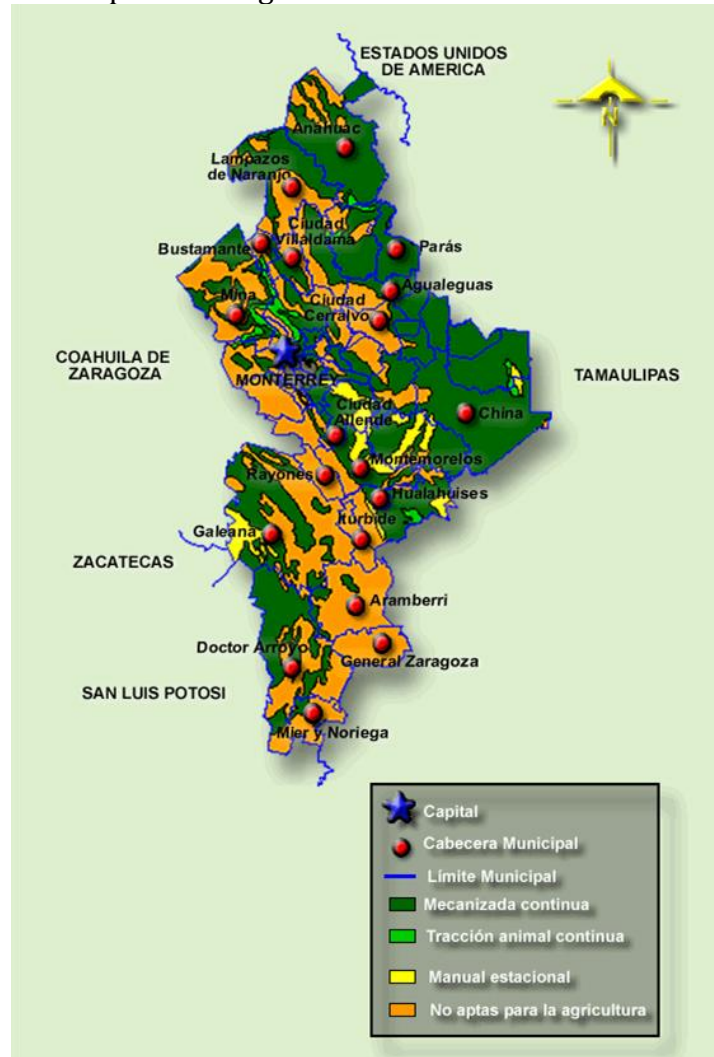
Por lo que toca a la **subprovincia de las Sierras Transversales**, las posibilidades de utilización agrícola son nulas en casi la totalidad de la subprovincia, ya que está ocupada por sierras y sus suelos tienen una profundidad no mayor de 20 cm. Así también, el uso pecuario está limitado por la topografía, ya que sólo en un 60% del terreno puede practicarse el pastoreo extensivo de ganado caprino sobre vegetación natural. En cuanto al uso forestal, tanto las sierras como los lomeríos tienen aptitud para ser explotadas forestalmente.

En lo referente a la **subprovincia de las Sierras y Llanuras Occidentales**, sus amplias llanuras permiten que más de la mitad de su superficie sea apta para la agricultura con labranza mecanizada, la cual sólo es posible mediante el riego. Pero hay zonas con limitaciones fuertes para ese posible uso, tales como las sierras. No obstante, casi la totalidad de la subprovincia es apta para la utilización pecuaria, ya

¹⁴ INEGI, 2011. Aspectos Geográficos... *Ibíd.*

que en más del 50% de su superficie pueden cultivarse praderas. En los sistemas de llanura desértica salina y salina inundable no puede practicarse ninguna actividad pecuaria. La vegetación cuenta con especies susceptibles de ser explotadas con fines comerciales, aunque con bajos rendimientos. Estas especies se encuentran en las sierras y lomeríos.

Figura 1.21. Uso potencial agrícola del suelo en el estado de Nuevo León.

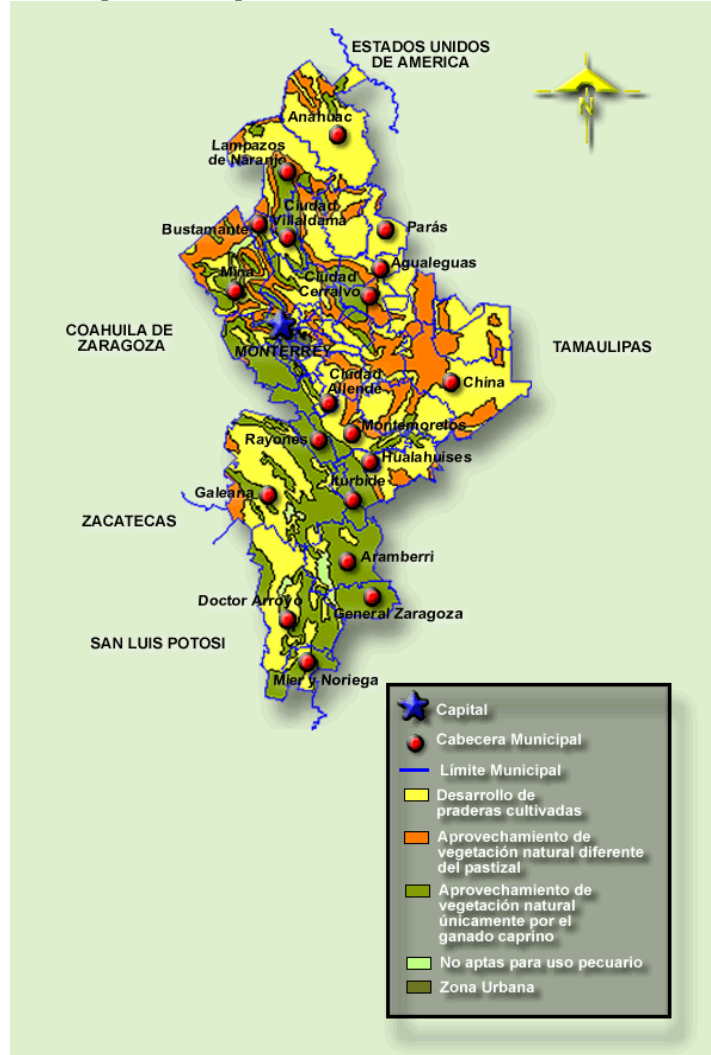


Fuente: INEGI (2011).

En la **subprovincia de la Gran Sierra Plegada**, casi la totalidad del área neoleonesa de esta sierra no tiene posibilidad agrícola alguna, ya que tiene pendientes pronunciadas, suelos muy someros y altos índices de obstrucción superficial. Las alternativas para las actividades pecuarias en la subprovincia son apenas un poco mejores que las que se ofrecen para la agricultura. Pero las posibilidades de uso forestal resultan más ricas y diversas que los anteriores, ya que más de la mitad de los terrenos sostienen tipos de vegetación que admiten la explotación del recurso forestal

para el autoconsumo. También hay otras áreas que se pueden dedicar a la explotación comercial, particularmente en las sierras y lomeríos.

Figura 1.22. Uso potencial pecuario del suelo en el estado de Nuevo León.



Fuente: INEGI (2011).

Acerca de la **subprovincia de los Pliegues Saltillo-Parras**, hay que mencionar que ofrece posibilidades de uso agrícola en menos de la mitad de su superficie, ya que en las sierras y en partes de la llanura de piso rocoso, no se puede desarrollar ningún tipo de agricultura. El principal factor limitante es la pendiente, además de la poca profundidad del suelo y la obstrucción superficial. Asimismo, casi la totalidad de la subprovincia ofrece posibilidades de uso pecuario, pues sólo una pequeña zona en el noreste de la llanura de piso rocoso con lomeríos carece de aptitud para este tipo de uso. En términos generales, el 90% de la superficie es apta para uso forestal; sin embargo, la condición de la vegetación es relativamente pobre para este uso, por lo que el grado de aptitud para su aprovechamiento es bajo.

En la **subprovincia de las Sierras y Llanuras Coahuilenses**, a pesar de que resulta imposible utilizar con fines agrícolas casi un 70% de las tierras de esta subprovincia, su potencial en este renglón no es tan bajo como podría parecer, ya que la mayor parte de los terrenos restantes puede destinarse a la agricultura mecanizada continua de riego. Además, prácticamente toda la subprovincia tiene posibilidades para el desarrollo de alguna actividad pecuaria, aunque en la mayor parte sólo puede practicarse el pastoreo extensivo de ganado caprino. Alrededor de dos terceras partes de la subprovincia están cubiertas por tipos de vegetación cuya composición florística permite la explotación de los recursos forestales con fines únicamente domésticos.

En cuanto a la **subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León**, hay que mencionar que ésta ofrece grandes posibilidades agrícolas, sobre todo en el valle y en partes importantes de las llanuras y lomeríos suaves, donde se puede realizar una agricultura mecanizada de riego. En otras áreas, la salinidad y sodicidad del suelo limitan el desarrollo de los cultivos. Por lo demás, la subprovincia tiene posibilidades para algún uso pecuario, sin embargo, el tipo de uso y su aptitud para el desarrollo de las especies forrajeras, el cultivo de pastizales, la movilidad del ganado y el aprovechamiento de la vegetación natural son variados, ya que esto depende de las características físicas que presenta el área. Asimismo, más de la mitad de la subprovincia ofrece posibilidades para algún tipo de explotación forestal, sin embargo, el grado de aptitud es bajo, ya que la vegetación es pobre.

CAPÍTULO 2.

SITUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL ESTADO

El incremento persistente de la demanda de agua en el estado de Nuevo León es una realidad que se manifiesta de diferentes formas; probablemente una de las más claras es el aumento de conflictos sociales en relación con la forma en que el agua es asignada.¹⁵ Además, las oportunidades para aumentar el abasto son cada vez más limitadas y requieren mayores costos tanto de negociación como de inversión en infraestructura.

El agua es un recurso fundamental en la economía del estado; no obstante, la entidad mantiene, como amenaza para su desarrollo económico y el bienestar de sus habitantes, una constante escasez del vital líquido resultante de las condiciones climáticas e hidrográficas de la región. Para incrementar el abasto de agua para uso público urbano, principalmente, el gobierno ha recurrido a grandes inversiones en obras hidráulicas, entre otras, la construcción de las presas Cerro Prieto y El Cuchillo, con una erogación de más de cinco mil millones de pesos de 1999. Con estas presas, la capacidad total de almacenamiento de agua en el estado se incrementó de 40 Mm³ a más de 2,000 Mm³; y la capacidad potencial de abasto pasó de 6,500 L/s a más de 18,000 L/s.¹⁶

En años recientes se han puesto en marcha los proyectos denominados Monterrey IV y V los cuales, con inversiones millonarias en infraestructura hidráulica, tienen como finalidad abastecer de agua –en la cantidad y calidad suficientes–, a los habitantes de la zona metropolitana de Monterrey. Asimismo, se encuentra en marcha la construcción del proyecto Monterrey VI mediante el cual se busca trasladar agua proveniente de la cuenca del río Pánuco (15 m³/s) para garantizar el abastecimiento de agua potable para el área metropolitana de Monterrey y su zona conurbada durante los próximos 50 años.¹⁷

¹⁵ Ejemplo de esto son los conflictos que se han suscitado entre los agricultores de Nuevo León, los Servicios de Agua Potable de Monterrey, y los usuarios del distrito de riego 026 Bajo Río San Juan, Tamaulipas.

¹⁶ Guajardo, R. G. y García, P. I. 2001. Análisis de la Estructura del Sector Agua en Nuevo León y sus Relaciones Intersectoriales.

¹⁷ SADM. 2010. “Agua Potable para Nuevo León”. En: Revista Agua Noticias. Edición Sep.-Oct.

A pesar de las acciones emprendidas, el abasto de agua no ha podido satisfacer permanentemente la demanda de todos los sectores sociales y económicos, incluyendo el sector agropecuario, debido a que la cantidad y distribución de agua disponible depende de factores aleatorios, como lo es la precipitación pluvial, y de otras causas como son los derechos de propiedad.¹⁸

El agua es un recurso de gran importancia en este estado, por ello, es de central interés contar con más y mejor información para evaluar proyectos que incrementen su oferta, seleccionando alternativas más eficientes y, además, compatibles con un desarrollo sustentable.

En este sentido, en el presente capítulo se presenta un análisis de la situación actual de los recursos hídricos en el estado, con el propósito de hacer una caracterización general tanto de las aguas superficiales como subterráneas, incluyendo las principales fuentes de abastecimiento y la disponibilidad de las mismas de acuerdo con los estudios hidrológicos y geohidrológicos más recientes realizados por la CONAGUA en el estado.

2.1. Aguas superficiales

2.1.1. Regiones y cuencas hidrológicas

Una **región hidrológica** se define como “el área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la **cuenca hidrológica** como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento.”¹⁹ Una región hidrológica normalmente está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por lo tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política de los estados y municipios.

En México se tienen identificadas un total de 37 regiones hidrológicas distribuidas a lo largo y ancho del territorio nacional (Figura 2.1).

En el estado de Nuevo León quedan inscritas partes de las siguientes regiones hidrológicas: número 24 Bravo-Conchos, que corresponde a la porción centro-norte del estado; número 25 San Fernando-Soto La Marina, en la parte este y sureste; número 37 El Salado, en la porción sur-suroeste del estado; y número 26 Pánuco en una pequeña parte del sureste (Figura 2.2).

¹⁸ El agua de algunas cuencas de escurrimiento ubicadas en Nuevo León pertenece al estado de Tamaulipas (DOF de fecha 22 de junio de 1952).

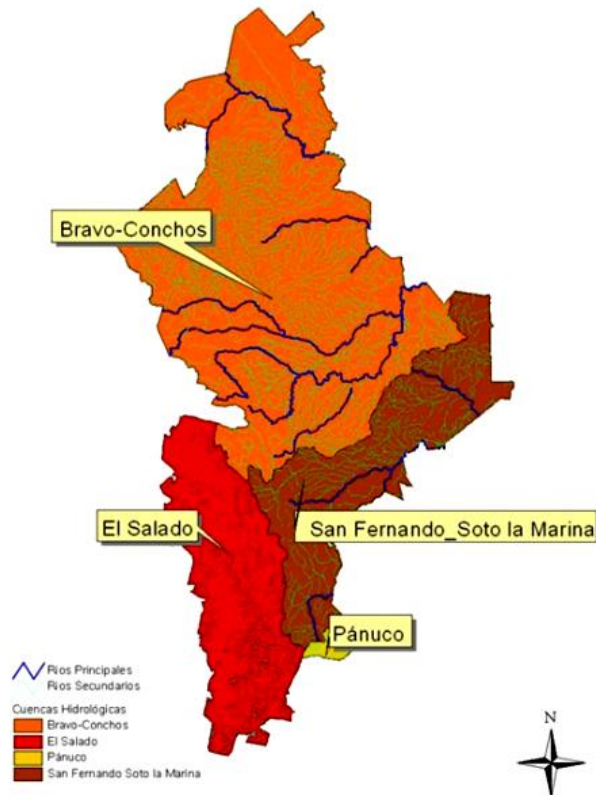
¹⁹ CONAGUA. 2010. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

Figura 2.1. Regiones hidrológicas de la República Mexicana.



Fuente: SEMARNAT / CONAGUA (2011).

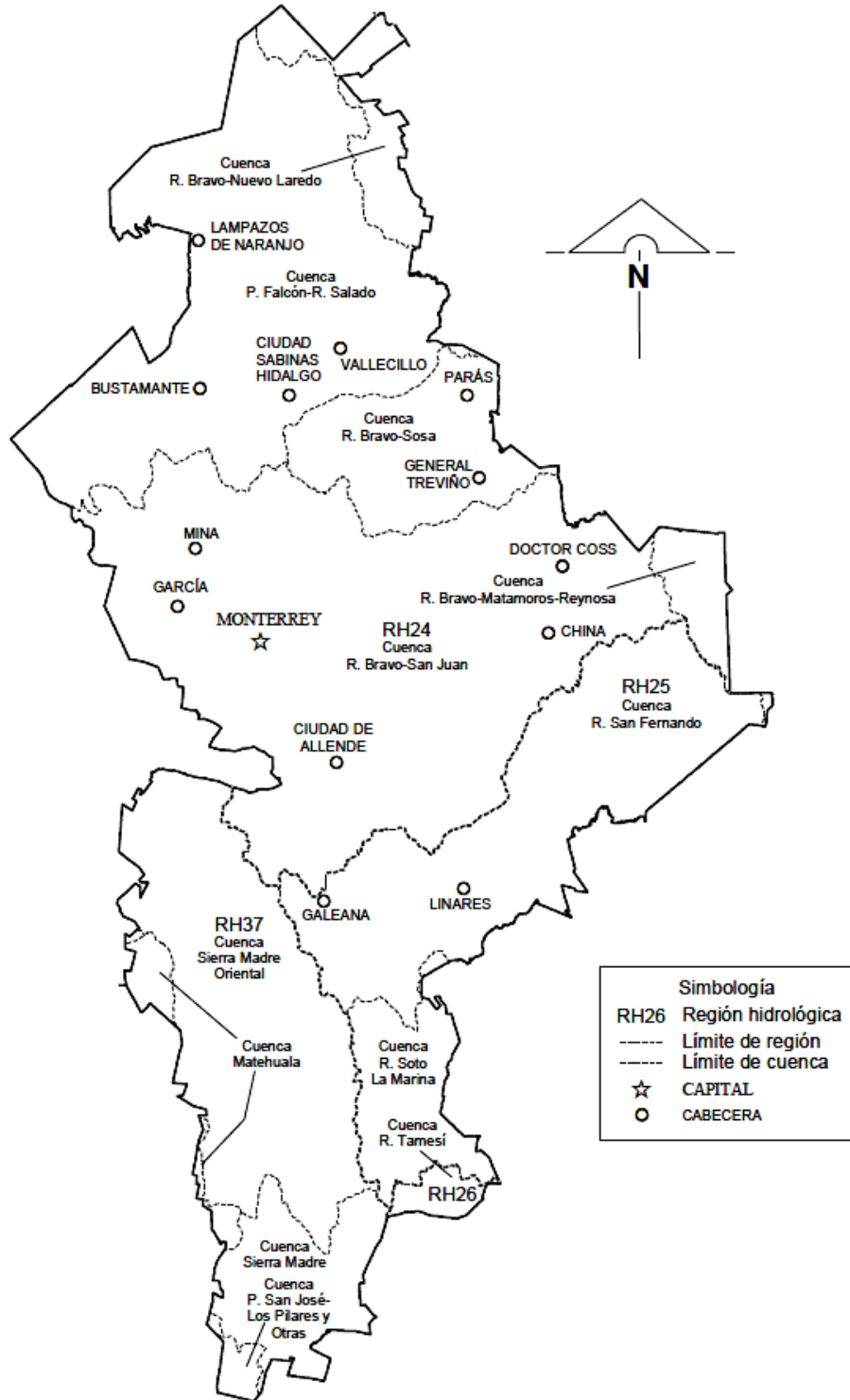
Figura 2.2. Regiones hidrológicas del estado de Nuevo León.



Fuente: CONAGUA (2011).

Cada una de las regiones hidrológicas mostradas en la figura anterior está conformada a su vez por distintas cuencas hidrológicas, tal como se indica en la Figura 2.3.

Figura 2.3. Cuencas hidrológicas inscritas en el estado de Nuevo León.



Fuente: INEGI (2011).

En el Cuadro 2.1 se presenta una relación de las regiones y cuencas hidrológicas ubicadas en el estado incluyendo la lista de los principales ríos y el porcentaje de la superficie estatal que ocupa cada una de ellas.

Cuadro 2.1. Regiones y cuencas hidrológicas ubicadas en el estado de Nuevo León.

Clave	Nombre	Cuencas	Principales ríos	Sup. Est. (%)
RH24	Bravo-Conchos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Río Bravo-Matamoros-Reynosa ➤ Río Bravo-San Juan ➤ Río Bravo-Sosa ➤ Presa Falcón-Río Salado ➤ Río Bravo-Nuevo Laredo 	<ul style="list-style-type: none"> ○ San Juan ○ Santa Catarina ○ Ramos ○ Pílon ○ Pesquería ○ Salinas ○ Sosa ○ Salado ○ Álamo ○ Candela 	63.7
RH25	San Fernando-Soto La Marina	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Río Soto La Marina ➤ Río San Fernando 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Blanco ○ Conchos ○ Potosí ○ San Lorenzo ○ Pablillo 	17.4
RH26	Pánuco	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Río Tamesí 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Arroyo San Pablo 	0.7
RH37	El Salado	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sierra Madre Oriental ➤ Matehuala ➤ Presa San José-Los Pilares y otras ➤ Sierra Madre 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Santa Ana ○ San Rafael ○ Bustamante ○ Dr. Arroyo 	18.2

Fuente: INEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000.

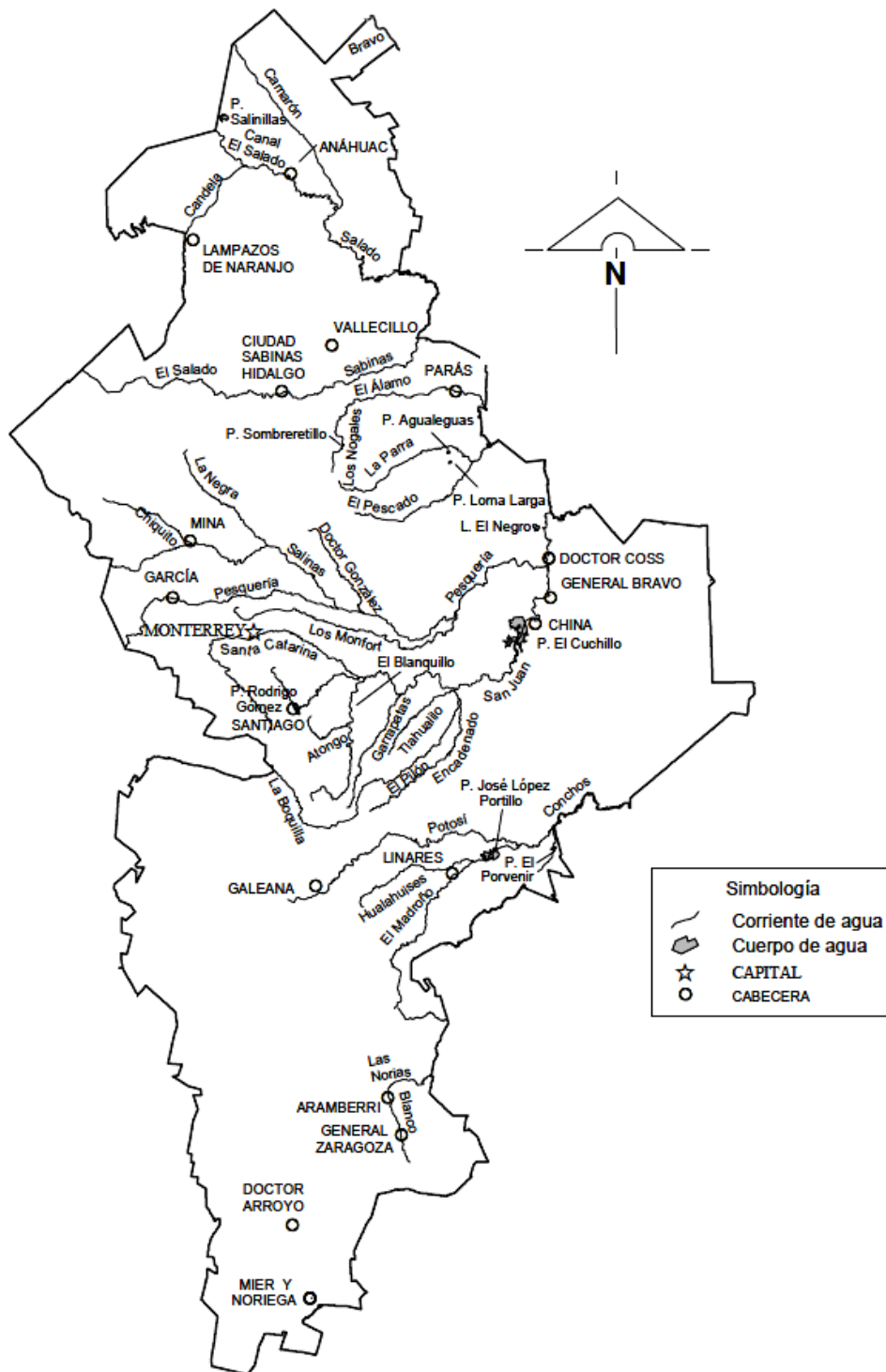
La mayoría de los ríos que atraviesan el estado no tienen corriente permanente, excepto en las partes medias y bajas, y ninguno es navegable. Casi todos nacen en la Sierra Madre Oriental y desembocan en el río Bravo o en los ríos San Fernando y Soto la Marina en Tamaulipas.

A continuación se describen las principales características de las regiones hidrológicas del estado de Nuevo León:

a) Región hidrológica río Bravo

- **Cuenca Río Bravo-Matamoros-Reynosa.** Esta cuenca abarca dos ciudades fronterizas de mucha importancia. Un área mínima del estado de Nuevo León corresponde a la parte suroeste de esta cuenca y tiene como subcuencas intermedias: río Bravo-Reynosa y río Bravo-Anzaldúas.
- **Cuenca Río Bravo-San Juan.** La mayor parte de esta cuenca queda dentro del estado de Nuevo León. Una de las corrientes principales es el río San Juan, segundo afluente de importancia del Bravo. Tiene como subcuencas intermedias: presa Marte R. Gómez, río San Juan, río Pesquería, río Salinas, río San Miguel, río Monterrey, río Ramos y río Pílon.

Figura 2.4. Red hidrológica superficial del estado de Nuevo León.



Fuente: INEGI / CONAGUA (2007).

Figura 2.4. Panorámicas de algunos ríos del estado de Nuevo León.



a) Río San Juan



b) Río Pilón



c) Río Salado



d) Río Pesquería

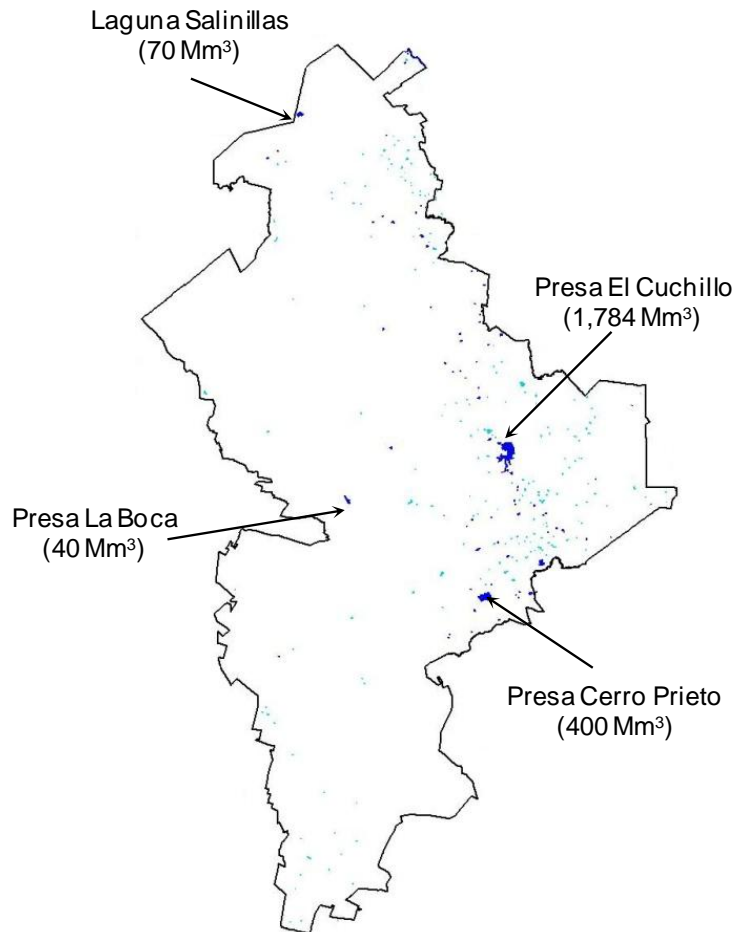
Fotos: IANL (2011).

- **Cuenca Río Bravo-Sosa.** El río Sosa, confluente derecho del Álamo, es el primer afluente mexicano de interés que entra por la margen derecha al río Bravo. Tiene como subcuencas intermedias: arroyo Saladito, río Sosa y río Alamo.
- **Cuenca Presa Falcón-Río Salado.** La presa Falcón se encuentra 136 km aguas abajo de Nuevo Laredo, Tamps., y 441 km aguas arriba de la desembocadura del río Bravo en el Golfo de México. Por el lado mexicano, la cortina y el vaso se hallan dentro del municipio de Mier, Tamps., y por el de Estados Unidos dentro de los condados de Zapata y Starr, Texas. El río Salado se origina en el estado de Coahuila, gracias a la confluencia de los ríos Sabinas y Nadadores. Atraviesa el estado de Nuevo León con rumbo sureste; y durante su trayecto recibe las aguas de varios arroyos, hasta que llega a la presa Falcón. Tiene como subcuencas intermedias: río Salado-Las Tortillas, río Salado-Anáhuac, arroyo Zapote, arroyo Huizache, arroyo Zacatecas y río Sabinas Hidalgo.
- **Cuenca Río Bravo-Nuevo Laredo.** Comprende la parte que corresponde a la frontera con los Estados Unidos. Se forma a partir de pequeños arroyos

que drenan hacia el río Bravo y tiene como subcuencas intermedias: río Bravo-arroyo de la Coyota, río Bravo-arroyo del Carrizo, río Bravo-arroyo El Saladito.

- **Almacenamientos.** Dentro de la región hidrológica Río Bravo, se localizan seis almacenamientos, entre los que sobresale la presa El Cuchillo, que es el mayor embalse del estado, con una capacidad total de 1,784 Mm³ (millones de m³). Siguen en orden de importancia dentro de la región: la Laguna de Salinillas (70 Mm³), la presa La Boca (40 Mm³) y la presa Agualeguas (9.8 Mm³) y la presa Cerro Prieto (400 Mm³). El resto de los embalses son de alrededor de un millón de m³ (Figura 2.6).

Figura 2.6. Principales cuerpos de agua del estado de Nuevo León.



Fuente: adaptado de INEGI (2011).

Figura 2.7. Panorámicas de la presa de almacenamiento El Cuchillo.



a) Cortina y obra de excedencias



b) Vaso de almacenamiento

Fotos: IANL (2011).

b) Región hidrológica San Fernando-Soto la Marina

Esta región hidrológica es la segunda en importancia en el estado de Nuevo León. También se le conoce con el nombre de Golfo Norte y corresponde a todas las corrientes que desembocan en el Golfo de México y que están comprendidas entre las cuencas de los ríos Bravo y Pánuco. Aproximadamente el 20% de toda la superficie de esta cuenca corresponde al estado de Nuevo León; el resto pertenece al estado de Tamaulipas. Se integra por las siguientes cuencas:

- **Cuenca del río Soto La Marina.** En esta cuenca, su principal corriente es el río Soto La Marina. Dentro del estado de Nuevo León tiene como subcuencas intermedias: río Purificación y río Blanco; adyacente a esta subcuenca, en la parte noreste de Asunción, N.L., existe una pequeña cuenca cerrada.
- **Cuenca del río San Fernando.** Este río es uno de los más importantes dentro del territorio mexicano. Nace como río Pablillo a 60 kilómetros al suroeste de Linares, cerca de los cerros Pablillo e Infiernillo; corre con dirección noreste pasando por Linares, después se le unen el río Camarones y el arroyo de Los Anegados por la margen derecha, y el arroyo Santa Rosa, el río Camacho, el río Potosí y el arroyo Pomona, por la izquierda; y finalmente desemboca en el Golfo de México.
- **Almacenamientos.** Los cuatro principales embalses de esta región hidrológica se ubican dentro del municipio de Linares, y son los siguientes: la presa Cerro Prieto, con una capacidad total de 400 Mm³ (segunda en importancia en el estado después de la presa El Cuchillo); la presa El Porvenir, con una capacidad de 5.28 Mm³; las presas La Estrella y Benítez o Gral. Jerónimo Treviño, ambas con una capacidad de 3.0 Mm³.

Figura 2.8. Panorámicas de la presa de almacenamiento Cerro Prieto.



a) Cortina



b) Vaso de almacenamiento



c) Obra de toma



d) Obra de excedencias

Fotos: IANL (2011).

c) Región Hidrológica El Salado

Esta región hidrológica es una de las vertientes interiores más importantes del país y se localiza en la Altiplanicie Septentrional. La mayor parte de su territorio se sitúa a la altura del Trópico de Cáncer, que la atraviesa. Este conjunto hidrográfico está constituido por una serie de cuencas cerradas de diferentes dimensiones. Comprende, dentro del estado de Nuevo León, parte de tres cuencas:

- **Cuenca Sierra Madre Oriental.** Se caracteriza por ser una cuenca de escurrimientos superficiales escasos, donde las corrientes naturales de tipo permanente son mínimas, lo que hace de esta área una zona desértica o semidesértica. Tiene como subcuencas intermedias: Santa Ana y San Rafael.
- **Cuenca Sierra Madre.** Por los bajos coeficientes de escurrimiento, las reducidas láminas de lluvia, las corrientes que se llegan a producir son de corta duración, o sea, de tipo torrencial. Tiene como subcuencas intermedias: Bustamante y Dr. Arroyo.

- **Cuenca Presa San José-Los Pilares y otras.** La importancia de esta cuenca dentro del estado de Nuevo León es mínima, ya que el aprovechamiento máximo se lleva a cabo en otros estados. Tiene como subcuenca intermedia: presa Los Pilares.

2.1.2. Disponibilidad de aguas superficiales

La Ley de Aguas Nacionales (LAN), establece que corresponde al Ejecutivo Federal la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, quien las ejercerá directamente o a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a quien compete la administración y custodia de las aguas nacionales, el manejo de las cuencas hidrológicas y la expedición de títulos de concesión, asignación o permisos. La misma ley señala que para el otorgamiento de concesiones o asignaciones, debe tomarse en consideración la disponibilidad media anual del recurso, para lo cual, el propio precepto dispone que la CONAGUA debe publicar la disponibilidad de aguas nacionales por cuenca hidrológica, región hidrológica o localidad.

En este contexto, la CONAGUA ha determinado con base en la “Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del Recurso Agua - Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”²⁰, la disponibilidad de las subregiones y cuencas hidrológicas del territorio nacional.

Entre los elementos que se tomaron en consideración para la determinación de la disponibilidad de aguas nacionales en la regiones hidrológicas, se encuentran los relativos al cálculo del escurrimiento natural de la cuenca hidrológica, escurrimiento desde la cuenca hidrológica aguas arriba, retornos, importaciones, exportaciones, extracción de agua superficial, escurrimiento de la cuenca hidrológica hacia aguas abajo y volumen actual comprometido aguas abajo, mismos que se mencionan en la Norma Oficial mencionada.

Con fines ilustrativos solamente, se presenta a continuación la fórmula simplificada para determinar la disponibilidad de una cuenca, de acuerdo con la norma citada:

$$\begin{array}{l}
 \text{Disponibilidad media anual} \\
 \text{de agua superficial en la} \\
 \text{cuenca hidrológica (D)}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{l}
 \text{Volumen medio anual de} \\
 \text{escurrimiento de la cuenca} \\
 \text{hacia aguas abajo (VAE)}
 \end{array}
 -
 \begin{array}{l}
 \text{Volumen actual} \\
 \text{comprometido aguas} \\
 \text{abajo (VAC)}
 \end{array}$$

Todos los valores están dados en millones de metros cúbicos (Mm³).

²⁰SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del Recurso Agua. DOF, 17 de abril de 2002.

Es importante mencionar que la disponibilidad media anual de aguas nacionales en las cuencas hidrológicas clasificadas como grandes (área mayor de 3,000 km²) se subdividen en función de la problemática regional que enfrente el uso del recurso, de la importancia de sus afluentes, localización de los diferentes usuarios e información hidroclimatológica disponible.²¹

Así, para el caso de las regiones hidrológicas que se ubican en el estado de Nuevo León, se presentan a continuación los resultados de los cálculos de la disponibilidad de aguas superficiales por región y cuenca hidrológica, de acuerdo con las publicaciones hechas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) en diferentes fechas.

a) Región hidrológica 24 Bravo-Conchos (subregión Bajo Bravo)

Para determinar la disponibilidad de agua de la región hidrológica número 24 Bravo-Conchos, ésta se ha subdividido en cuatro subregiones hidrológicas (Alto Bravo, Seis Tributarios, Medio Bravo y Bajo Bravo) que a su vez están integradas por 37 cuencas hidrológicas (Figuras 2.9 y 2.10).

Figura 2.9. Subregiones hidrológicas de la región hidrológica número 24 Bravo-Conchos.

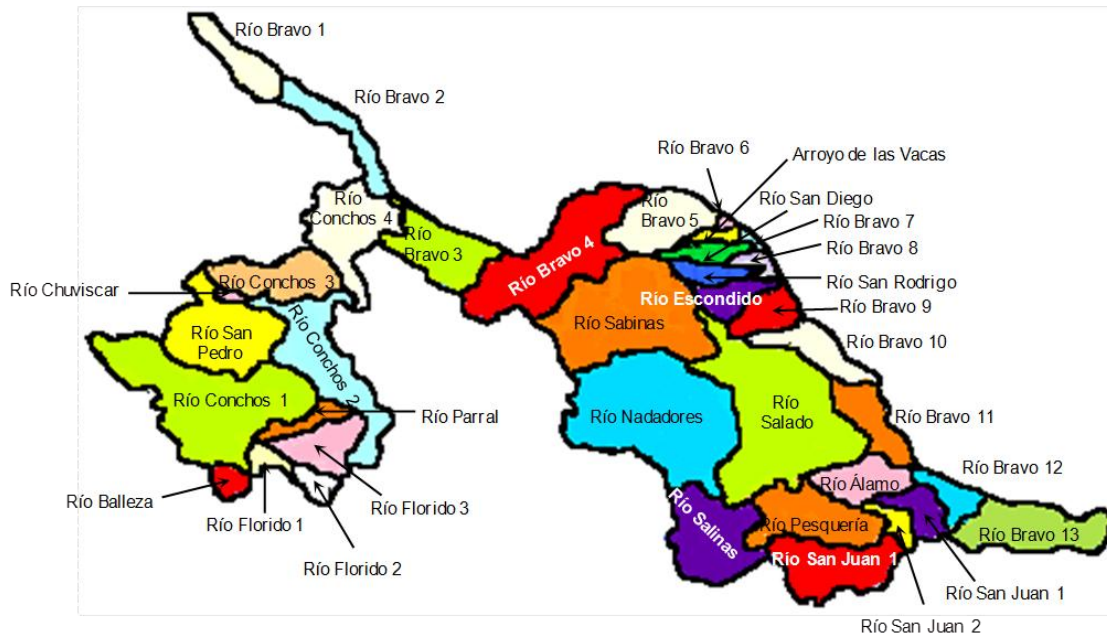


Fuente: SEMARNAT / CONAGUA (2011).

En el estado de Nuevo León quedan comprendidas total o parcialmente la mayoría de las cuencas que integran la subregión hidrológica Bajo Bravo, que son las siguientes: río Álamo, río Salinas, río Pesquería, río San Juan 1, río San Juan 2, río San Juan 3, río Bravo 12 y río Bravo 13 (Figura 2.10), cuya disponibilidad se presenta en el Cuadro 2.2.

²¹ *Ibíd.*

Figura 2.10. Cuencas hidrológicas de la región hidrológica número 24 Bravo-Conchos.



Fuente: SEMARNAT / CONAGUA (2011).

Cuadro 2.2. Disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la Región Hidrológica No. 24 Bravo-Conchos (Subregión Bajo Bravo)

Cuenca	Descripción	VAE	VAC	D	Clasificación
		Mm ³			
Río Álamo	Desde su origen hasta la EH Mier.	36.2	38.7	-2.5	Déficit
Río Salinas	Desde su origen hasta la EH Icamole.	7.3	8.4	-1.1	Déficit
Río Pesquería	Desde la EH Icamole hasta la EH Los Herrera.	32.6	64.5	-31.9	Déficit
Río San Juan 1	Desde su origen hasta la presa El Cuchillo.	71.0	140.4	-69.5	Déficit
Río San Juan 2	Desde la EH Los Herrera y presa El Cuchillo hasta la EH Los Aldama.	120.8	263.3	-142.5	Déficit
Río San Juan 3	Desde la EH Los Aldama hasta la EH Camargo.	-405.3	0.0	-405.3	Déficit
Río Bravo 12	Desde la presa Falcón y la EH Mier y Camargo hasta la EH Anzaldúas.	-516.6	0.0	-516.6	Déficit
Río Bravo 13	Desde la EH Anzaldúas hasta la EH Matamoros, Golfo de México.	0.9	0.0	0.9	Disponibilidad
Total				0.9	

VAE: Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo; **VAC:** Volumen anual actual comprometido aguas abajo; **D:** Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica; **EH:** Estación hidrométrica. **Fuente:** elaboración propia con base en el Acuerdo de la SEMARNAT publicado en el DOF de fecha 22 de septiembre de 2008.

De este cuadro se desprende que la disponibilidad media anual total de las aguas superficiales no comprometidas que se descargan hasta la desembocadura en el Golfo de México de la porción de la región hidrológica que comprende el Río Bravo, asciende a 0.9 millones de metros cúbicos anuales que corresponde exclusivamente a la cuenca hidrológica Río Bravo 13.²²

b) Región hidrológica 25 San Fernando-Soto La Marina

Con respecto a la región hidrológica número 25 San Fernando-Soto La Marina, ésta fue dividida en 13 cuencas hidrológicas. Los valores de los principales términos que intervienen en el cálculo de la disponibilidad superficial y los resultados de la disponibilidad media anual, se presentan en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3. Disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la Región Hidrológica No. 25 San Fernando-Soto La Marina.

Cuenca	Descripción	VAE	VAC	D	Clasificación
		Mm ³			
Río Potosí 1	Desde su nacimiento hasta la EH Cabezones.	83.7	74.5	9.2	Disponibilidad
Río Potosí 2	Desde la EH Cabezones hasta la EH Buenavista.	68.7	51.0	17.6	Disponibilidad
Río Camacho	Desde su nacimiento hasta la EH Camacho.	75.5	73.5	2.0	Disponibilidad
Río Pablillo 1	Desde su nacimiento hasta la EH Pablillo.	77.1	75.0	2.1	Disponibilidad
Río Pablillo 2	Desde las EH Camacho y Pablillo hasta la EH Cerro Prieto.	25.3	18.8	6.5	Disponibilidad
Arroyo Los Anegados	Desde su nacimiento hasta la EH Purísima de Conchos.	53.0	39.4	13.6	Disponibilidad
Río Conchos	Desde las EH Buenavista, Cerro Prieto y Purísima de Conchos hasta la EH San José Vaquerías.	161.2	96.5	64.6	Disponibilidad
Río San Lorenzo	Desde su nacimiento hasta la confluencia con el río San Fernando.	295.3	176.8	118.5	Disponibilidad
Arroyo Burgos	Desde su nacimiento hasta la confluencia con el río San Fernando.	44.9	26.9	18.0	Disponibilidad
Río San Fernando 1	Desde la EH San José Vaquerías y las confluencias con el río San Fernando y Arroyo Burgos hasta la EH San Fernando.	360.9	6.3	354.6	Disponibilidad
Arroyo Chorreras	Desde su nacimiento hasta la confluencia con el río San Fernando.	161.8	2.8	158.9	Disponibilidad
Río San Fernando 2	Desde la EH San Fernando y la confluencia del arroyo Chorreras o Las Norias hasta la desembocadura en la Laguna Madre.	601.1	0.0	601.1	Disponibilidad
Total				601.1	

²² SEMARNAT. 2008. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas que forman parte de la región hidrológica número 24 Bravo-Conchos. DOF de fecha 22 de septiembre de 2008.

VAE: Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo; **VAC:** Volumen anual actual comprometido aguas abajo; **D:** Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica; **EH:** Estación hidrométrica. **Fuente:** elaboración propia con base en el Acuerdo de la SEMARNAT publicado en el DOF de fecha 19 de septiembre de 2007.

Del cuadro anterior se desprende que la disponibilidad media anual total de las aguas superficiales no comprometidas de la porción de la región hidrológica que comprende el río San Fernando hasta su desembocadura en la Laguna Madre, asciende a 601.1 millones de metros cúbicos.²³

c) Región hidrológica 37 El Salado

En lo que concierne a la región hidrológica número 37 El Salado, los valores de los principales términos que intervienen en el cálculo de la disponibilidad superficial y los resultados de la disponibilidad media anual, se presentan en el Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4. Disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la Región Hidrológica No. 37 El Salado.

Cuenca	VAE	VAC	D	Clasificación
	Mm ³			
Sierra Madre Oriental	264.8	198.6	66.2	Disponibilidad
Matehuala	294.1	220.6	73.5	Disponibilidad
Sierra de Rodríguez	241.2	180.9	60.3	Disponibilidad
Camacho-Gruñidora	243.3	182.5	60.8	Disponibilidad
Fresnillo-Yesca	619.3	464.5	154.8	Disponibilidad
Presa San Pablo y Otras	411.7	308.8	102.9	Disponibilidad
Presa San José Los Pilares y Otras	411.7	308.8	102.9	Disponibilidad
Sierra Madre	385.8	289.4	96.4	Disponibilidad
Total			718.0	

VAE: Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo; **VAC:** Volumen anual actual comprometido aguas abajo; **D:** Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica; **EH:** Estación hidrométrica. **Fuente:** elaboración propia con base en el Acuerdo de la SEMARNAT publicado en el DOF de fecha 25 de mayo de 2010.

Del cuadro anterior se desprende que la disponibilidad media anual total de las aguas superficiales no comprometidas en esta región hidrológica asciende a 718.0 millones de metros cúbicos.²⁴

²³SEMARNAT. 2007. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas que forman parte de la porción de la región hidrológica que comprende el Río San Fernando. DOF de fecha 19 de septiembre de 2007.

²⁴SEMARNAT. 2010. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas que forman parte de la región hidrológica número 37 El Salado. DOF de fecha 19 de septiembre de 2007.

2.1.4. Vedas para el aprovechamiento de aguas superficiales

La Ley de Aguas Nacionales (2010) define **zona de veda** como aquellas áreas específicas de las regiones hidrológicas, cuencas hidrológicas o acuíferos, en las cuales no se autorizan aprovechamientos de agua adicionales a los establecidos legalmente y éstos se controlan mediante reglamentos específicos, en virtud del deterioro del agua en cantidad o calidad, por la afectación a la sustentabilidad hidrológica, o por el daño a cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

Asimismo, mediante las zonas de veda se busca establecer un equilibrio del agua en estas regiones a fin de establecer un uso sustentable que permita realizar las diversas actividades del ser humano sin el detrimento del medio ambiente.

A continuación se presentan las vedas de las aguas superficiales correspondientes al estado de Nuevo León, mismas que han sido publicadas en el DOF.

- El 28 de agosto de 1931, se publicó en el DOF el **acuerdo que establece veda sobre concesión de aguas del Río Conchos o San Fernando**, en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, expedido por el entonces Secretario de Agricultura y Fomento y comprende las aguas de dicho río, abarcando toda la cuenca tributaria del Río Conchos o San Fernando dentro de los estados de Nuevo León y Tamaulipas, desde sus orígenes hasta antes de la confluencia del Río San Lorenzo.
- El 2 de septiembre de 1931, se publicó en el DOF el **acuerdo que suspende la tramitación de solicitudes para aprovechar aguas del río Salado**, en los estados de Coahuila y Nuevo León, acuerdo expedido por el entonces Secretario de Agricultura y Fomento, y en el que se estableció suspender en absoluto el otorgamiento de las concesiones cuyas solicitudes se encontrasen en trámite y que conciernan al aprovechamiento de las aguas del sistema hidrográfico del río Salado, dentro de los estados de Coahuila y Nuevo León; y se negará de plano admitir a trámite las solicitudes que en lo sucesivo se presentaren en el mismo sentido.
- Que el 2 de julio de 1952, se publicó en el DOF el **acuerdo que establece veda por tiempo indefinido para el otorgamiento de concesiones de aguas del río San Juan**, en el estado de Tamaulipas y de toda su cuenca tributaria, aguas arriba de la presa Marte R. Gómez, acuerdo expedido por el Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, y que comprende las aguas de dicho río y de su cuenca tributaria, aguas arriba de la presa de referencia.
- El 15 de diciembre de 1955, se publicó en el DOF el **acuerdo que declara veda por tiempo indefinido para el otorgamiento de concesiones con aguas nacionales provenientes del río Bravo del Norte** y de toda su cuenca tributaria de la margen derecha en todo el trayecto en que dicha corriente sirve

de límite entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América, acuerdo expedido por el Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.

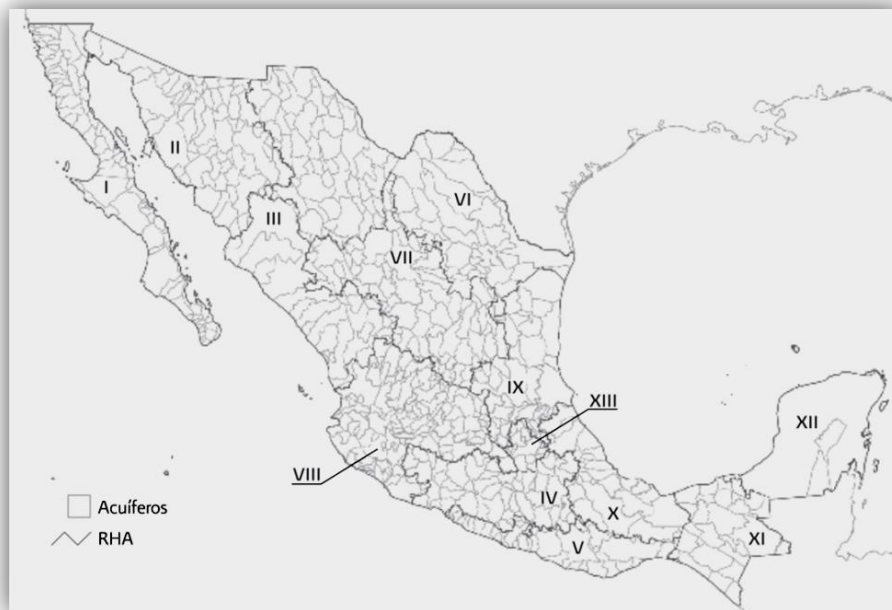
2.2. Aguas subterráneas

2.2.1. Acuíferos

De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales (2010) un **acuífero** es “cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.”

Nuestro país está dividido en 653 acuíferos conforme a lo publicado en el DOF el 5 de diciembre de 2001 y cuyos límites se presentan en la Figura 2.11. Para el 31 de diciembre del 2009 se tenían 282 acuíferos con disponibilidad²⁵ publicados en el DOF, y al 31 de diciembre del 2010 se habían añadido otros 121.

Figura 2.11. Acuíferos de la República Mexicana por región hidrológico-administrativa.

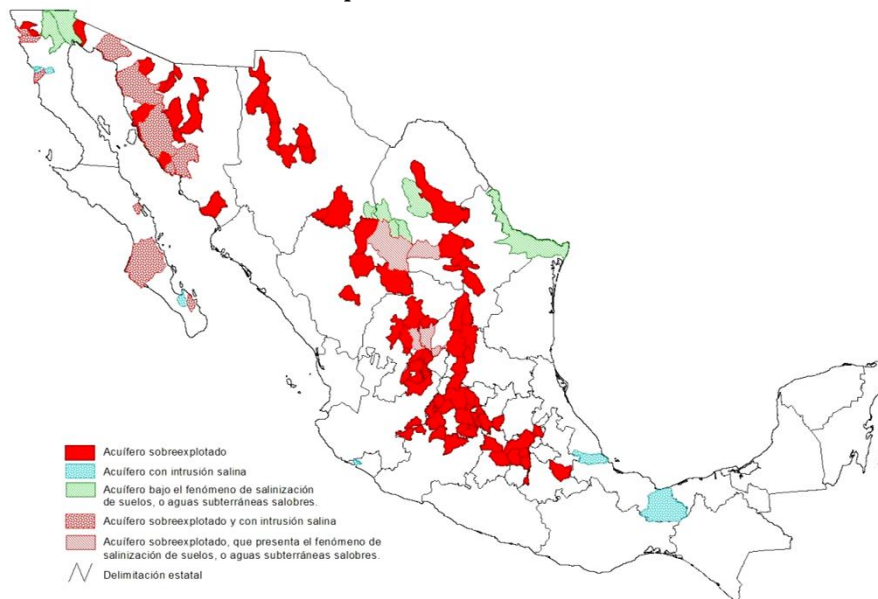


Fuente: CONAGUA (2011).

²⁵Volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de una unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas (CONAGUA, 2011).

A partir de la década de los setenta, ha aumentado sustancialmente el número de acuíferos sobreexplotados en México, lo cual indica que el volumen de extracción de agua subterránea es mayor que la recarga media anual en dichos acuíferos. En el año 1975 eran 32 acuíferos sobreexplotados, 80 en 1985, y 100 acuíferos sobreexplotados al 31 de diciembre del 2009. Asimismo, para finales del año 2009 se habían identificado 32 acuíferos con presencia de suelos salinos y agua salobre, localizados principalmente en la península de Baja California y en el altiplano mexicano, donde convergen condiciones de poca precipitación pluvial, altos índices de radiación solar y por tanto de evaporación, así como la presencia de aguas congénitas y de minerales evaporíticos de fácil disolución²⁶ (Figura 2.12).

Figura 2.12. Acuíferos sobreexplotados o con intrusión salina en la República Mexicana.

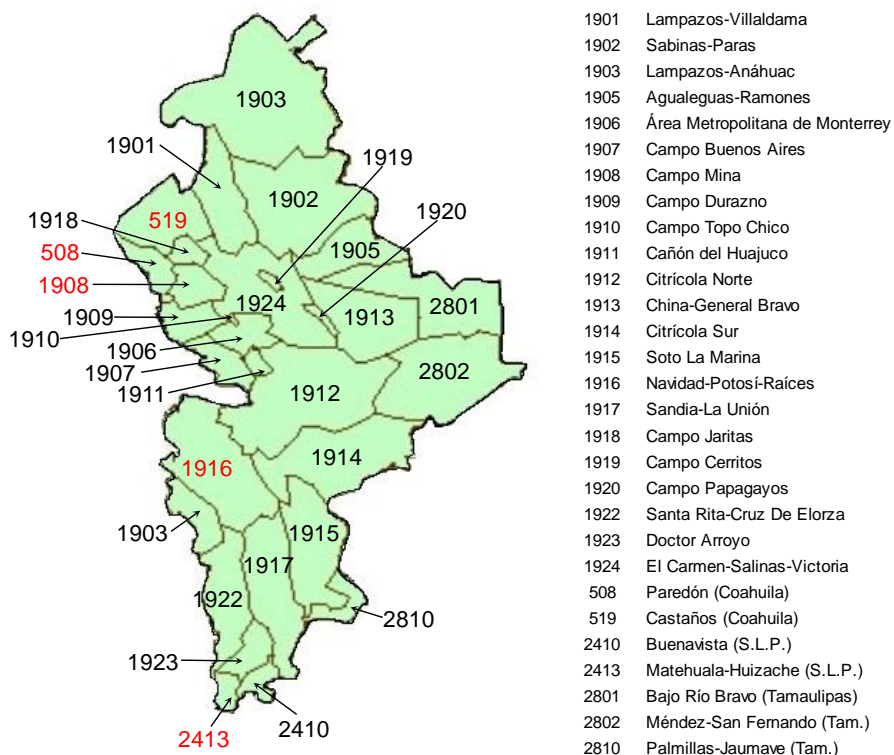


Fuente: CONAGUA (2011).

En el estado de Nuevo León se tienen identificados un total de 29 acuíferos, de los cuales 22 se encuentran circunscritos dentro de los límites del territorio estatal, y los 7 restantes son compartidos con otros estados colindantes (Coahuila, San Luis Potosí y Tamaulipas). De los 29 acuíferos, cinco de ellos están sobreexplotados: los acuíferos Campo Mina y Natividad-Potosí-Raíces (circunscritos en el estado Nuevo León), y los acuíferos Paredón, Castaños y Matehuala-Huizache (los dos primeros compartidos con Coahuila y el tercero con San Luis Potosí) (Figura 2.13).

²⁶CONAGUA. 2011. Estadísticas del Agua en México.

Figura 2.13. Acuíferos del estado de Nuevo León.*



*El número indica la clave del acuífero asignada por la CONAGUA. Los números rojos corresponden a los acuíferos sobreexplotados. Fuente: adaptado de CONAGUA-SIGA (2011).

2.2.2. Disponibilidad de aguas subterráneas

Al igual que en el caso de las aguas superficiales, la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la CONAGUA debe publicar en el DOF, la disponibilidad de las aguas nacionales, por acuífero en el caso de las aguas subterráneas, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la “Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del Recurso Agua - Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”.²⁷

El método que establece la norma citada indica que para calcular la disponibilidad de aguas subterráneas deberá de realizarse un balance de las mismas, donde se defina de manera precisa la recarga de los acuíferos, y de ésta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y los usuarios registrados con derechos vigentes en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA).

²⁷SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana... *Ibid.*

Con fines ilustrativos solamente, se presenta a continuación la fórmula simplificada para determinar la disponibilidad de aguas subterráneas en una unidad hidrogeológica (acuífero), de acuerdo con la norma referida:

$$\begin{array}{rclcl}
 \textit{Disponibilidad media anual de} & & \textit{Recarga total} & & \textit{Descarga} & & \textit{Volumen} \\
 \textit{agua subterránea en una} & = & \textit{media anual} & - & \textit{natural} & - & \textit{concesionado de} \\
 \textit{unidad hidrogeológica} & & \textit{(RMA)} & & \textit{comprometida} & & \textit{agua subterránea} \\
 \textit{(DMAS)} & & & & \textit{(DNC)} & & \textit{(VCAS)}
 \end{array}$$

Todos los valores están dados en millones de metros cúbicos (Mm³).

El cálculo de la disponibilidad obtenida permite una mejor administración del recurso hídrico subterráneo ya que el otorgamiento de nuevas concesiones sólo podrá efectuarse en acuíferos con disponibilidad de agua subterránea. La publicación de la disponibilidad en el DOF sirve de sustento legal para fines de administración del recurso, en la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, en los planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, y en las estrategias para resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

En este contexto, en el Cuadro 2.5 se presenta la relación de acuíferos del estado de Nuevo León y los datos utilizados en el balance de aguas subterráneas y en la determinación de la disponibilidad.

En dicho cuadro se puede observar que la gran mayoría de los acuíferos cuya disponibilidad de agua ha sido publicada en el DOF, presentan un déficit de aguas subterráneas. Los números negativos de la columna “déficit” indican que no existe volumen disponible para nuevas concesiones de agua; por el contrario, el valor del déficit anual indica el volumen que se está extrayendo del almacenamiento no renovable de los acuíferos. En este sentido, no se deberán autorizar concesiones para nuevos aprovechamientos para la explotación, uso o aprovechamiento del recurso, que impliquen un incremento en las extracciones.²⁸

Además, como se había comentado anteriormente, se observa que los acuíferos Campo Mina y Natividad-Potosí-Raíces están sobreexplotados, lo cual indica que el volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos (VEXT) es mayor que la recarga media anual (RMA) en dichos acuíferos.

²⁸ CONAGUA. 2009. Estudios para la Determinación de la Disponibilidad de Aguas Subterráneas.

Cuadro 2.5. Disponibilidad de aguas subterráneas en los acuíferos del estado de Nuevo León.

Clave	Nombre	Superficie (km ²)	¿Disponibilidad publicada en el DOF?	RMA	DNC	VCAS	VEXT	DMAS	DÉFICIT	¿Acuífero sobreexplotado?
1901	Lampazos-Villaldama	2,083.0	NO							NO
1902	Sabinas-Paras	4,793.0	SÍ	46.0	17.7	58.0	38.0	0.0	-29.7	NO
1903	Lampazos-Anáhuac	7,461.1	NO							NO
1905	Aguaqueguas-Ramones	1,766.6	NO							NO
1906	Área Metropolitana de Monterrey	905.2	SÍ	68.2	24.5	106.3	37.7	0.0	-62.6	NO
1907	Campo Buenos Aires	916.5	SÍ	57.0	0.0	62.7	62.4	0.0	-5.7	NO
1908	Campo Mina	845.3	SÍ	24.0	0.0	30.6	35.2	0.0	-6.7	SÍ
1909	Campo Durazno	927.7	SÍ	4.8	0.0	8.2	4.0	0.0	-3.5	NO
1910	Campo Topo Chico	24.6	SÍ	3.5	0.0	2.8	1.0	0.6	0.0	NO
1911	Cañón del Huajuco	234.9	NO							NO
1912	Citrícola Norte	5,720.9	SÍ	191.9	71.9	238.4	120.0	0.0	-118.4	NO
1913	China-General Bravo	2,821.6	NO							NO
1914	Citrícola Sur	4,172.2	SÍ	75.1	47.1	63.4	28.0	0.0	-35.4	NO
1915	Soto La Marina	2,918.9	NO							NO
1916	Navidad-Potosí-Raíces	4,164.8	SÍ	98.0	0.0	157.7	144.3	0.0	-59.7	SÍ
1917	Sandia-La Unión	3,022.5	NO							NO
1918	Campo Jaritas	393.5	NO							NO
1919	Campo Cerritos	103.0	NO							NO
1920	Campo Papagayos	152.4	SÍ	2.5	0.0	2.3	0.7	0.2	0.0	NO
1922	Santa Rita-Cruz De Elorza	2,297.7	NO							NO
1923	Doctor Arroyo	802.0	NO							NO
1924	El Carmen-Salinas-Victoria	3,587.1	SÍ	53.8	6.2	44.5	31.7	3.1	0.0	NO
Acuíferos compartidos con otros estados:										
508	Paredón (Coahuila)		NO							SÍ
519	Castaños (Coahuila)		NO							SÍ
2410	Buenavista (S.L.P.)	6,073.8	NO							NO
2413	Matehuala-Huizache (S.L.P.)	4,184.4	NO							SÍ
2801	Bajo Río Bravo (Tamaulipas)	17,824.3	SÍ	195.8	9.7	49.1	25.8	139.6	0.0	NO
2802	Méndez-San Fernando (Tam.)	19,063.7	SÍ	50.1	14.2	17.3	15.7	18.2	0.0	NO
2810	Palmillas-Jaumave (Tam.)	4,471.0	NO							NO

RMA: Recarga Media Anual; DNC: Descarga Natural Comprometida; VCAS: Volumen Concesionado de Agua Subterránea; VEXT: Volumen de Extracción de Agua Subterránea Consignado en Estudios Técnicos; DMAS: Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea.

Fuente: elaboración propia con base en el DOF de fecha 28 de agosto de 2009.

A continuación se presenta una descripción general de los acuíferos del estado de Nuevo León cuya disponibilidad de aguas subterráneas ya ha sido determinada por la CONAGUA y publicada en el DOF.

a) Acuífero 1902 Sabinas-Parás²⁹

El acuífero Sabinas-Parás se localiza en la porción norte del estado de Nuevo León, comprende parte de los municipios de Sabinas Hidalgo y Vallecillo. Limita al norte por el paralelo 26°45'; al sur por el parteaguas que divide las cuencas de los ríos Sabinas y Álamo; al este por el meridiano 99°35' y al oeste por el frente de la sierra de Sabinas-Lampazos.

²⁹ CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Sabinas-Paras, Estado de Nuevo León.

El acuífero Sabinas-Parás se ubica en la zona de disponibilidad 5 según la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2007). Esta zona no cuenta con decreto de veda para la explotación de aguas subterráneas, por lo que es de libre alumbramiento.

No existe un censo actualizado de los aprovechamientos del acuífero. El último estudio fue realizado en el año de 1979, en el cual se consideró como un solo acuífero el valle Sabinas-Parás, incluyendo las cuencas de los ríos Sabinas y Álamo. El número de aprovechamientos censados fue de 481, de los cuales 73 son pozos y 408 son norias, sin embargo posteriormente se separó el acuífero Sabinas-Parás al limitarlo por el sur sureste por el parteaguas superficial. El número de aprovechamientos censados que quedaron dentro de los límites del acuífero Sabinas fue de 134. El 42% de los aprovechamientos son de uso de abrevadero, el 30% son de uso doméstico, el 27% son de uso agrícola y 1% para agua potable.³⁰

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas realizado por la CONAGUA y publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009, la recarga total media anual del acuífero es de 46.0 Mm³/año; la descarga natural comprometida obtenida fue de 17.7 Mm³/año; el volumen anual concesionado, según los títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) hasta el 30 de abril de 2002, es de 51.4 Mm³/año; por lo que el balance resultante es de -23.1 Mm³/año, lo cual indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Sabinas-Parás en el estado de Nuevo León.

b) Acuífero 1906 Área Metropolitana de Monterrey³¹

Se localiza en la porción centro-occidental del estado de Nuevo León. Incluye parte de los municipios de Monterrey, Guadalupe, Garza García, Santa Catarina, General Escobedo, Villa Juárez, San Nicolás de los Garza y Apodaca, ocupando una extensión de 2,193 km² aproximadamente.

El acuífero se ubica en la zona de disponibilidad 3 según la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2007), y cuenta con decreto de veda del 28 de junio de 1951, publicado en el DOF el 17 de julio de 1951.

El número de aprovechamientos censados es de 1,667 pozos, de los cuales el 69.4% están activos y el 30.6% se encuentran inactivos. El 84.8% de los pozos corresponde a propiedad de particulares y sólo el 12.7% pertenece a Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM), con el 40.7% de ellos ubicados dentro del municipio de Monterrey.

³⁰Técnicas Modernas de Ingeniería, S. A. 1979. Estudio Geohidrológico de la Región de Sabinas-Parás, Estados de Nuevo León y Tamaulipas.

³¹CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Área Metropolitana de Monterrey, Estado de Nuevo León.

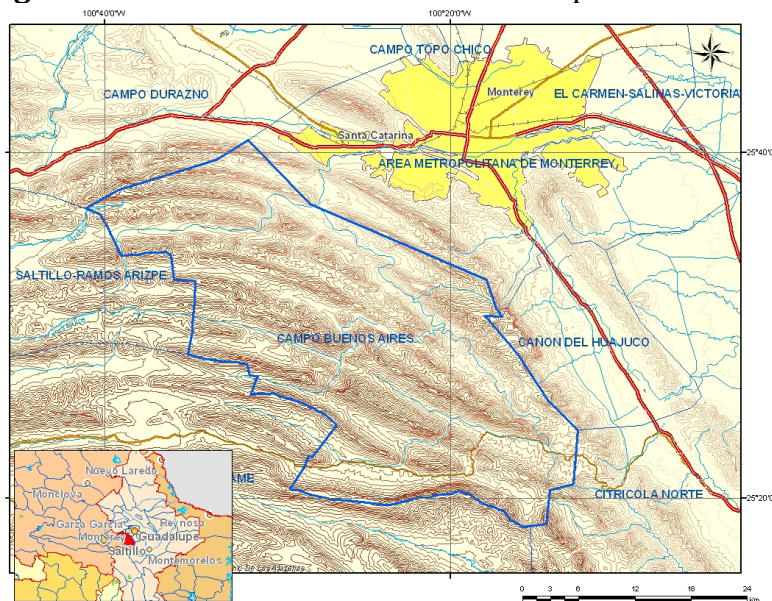
Los principales usuarios del agua subterránea son los habitantes del área metropolitana de Monterrey (municipios que se encuentran total o parcialmente dentro de los límites del acuífero), con una población estimada de más de tres millones de habitantes que se concentran en esta zona.

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas realizado por la CONAGUA y publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009, la recarga total media anual del acuífero es de 68.2 Mm³/año; la descarga natural comprometida obtenida fue de 24.5 Mm³/año; el volumen anual concesionado, según los títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) hasta el 30 de abril de 2002, es de 75.2 Mm³/año; por lo que el balance resultante es de -31.5 Mm³/año, lo cual indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Área Metropolitana de Monterrey.

c) Acuífero 1907 Campo Buenos Aires³²

El acuífero Campo Buenos Aires se localiza en la porción oeste del estado de Nuevo León, al sur de la ciudad de Monterrey, dentro del complejo montañoso de la Sierra Madre Oriental. Colinda al norte con los acuíferos Área Metropolitana de Monterrey y Campo Durazno, al oriente con los acuíferos Cañón del Huajuco y Citrícola Norte y al occidente con el acuífero Saltillo Ramos-Arizpe, estado de Coahuila (Figura 2.14).

Figura 2.14. Localización del acuífero Campo Buenos Aires.



Fuente: CONAGUA (2009).

³²CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Campo Buenos Aires, Estado de Nuevo León.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2007), el municipio Santa Catarina, en la porción norte del acuífero, se encuentra en zona de disponibilidad 3 y el municipio Santiago, en la porción sur del acuífero, en zona de disponibilidad 6.

El acuífero se encuentra sujeto a las disposiciones del decreto de veda tipo II “Ciudad de Monterrey”, publicado en el DOF el 17 de julio de 1951, que en el artículo segundo establece que “excepto cuando se trate de alumbramientos para usos domésticos, a partir de la fecha en que este decreto se publique en el Diario Oficial de la Federación, nadie podrá efectuar nuevos alumbramientos de aguas del subsuelo en la zona vedada, sin previo permiso escrito de la Autoridad del Agua, la que sólo lo expedirá en los casos en que de los estudios correspondientes se deduzca que no se causarán los daños que con el establecimiento de la veda tratan de evitarse”.

El principal usuario del agua subterránea del acuífero Campo Buenos Aires es el organismo operador Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM), para abastecer de agua potable al área metropolitana de Monterrey. Para este propósito, se tienen perforados 42 pozos profundos cuyo volumen de extracción ha sido muy variable a través de la historia de la explotación de este acuífero, teniéndose una media de producción de agua de 1,577 L/s en el período de 1954-1989.

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas realizado por la CONAGUA y publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009, la recarga total media anual del acuífero es de 57.0 Mm³/año; la descarga natural comprometida se considera nula; el volumen anual concesionado, según los títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) hasta el 30 de abril de 2002, es de 62.7 Mm³/año; por lo que el balance resultante es de -5.7 Mm³/año, lo cual indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Campo Buenos Aires.

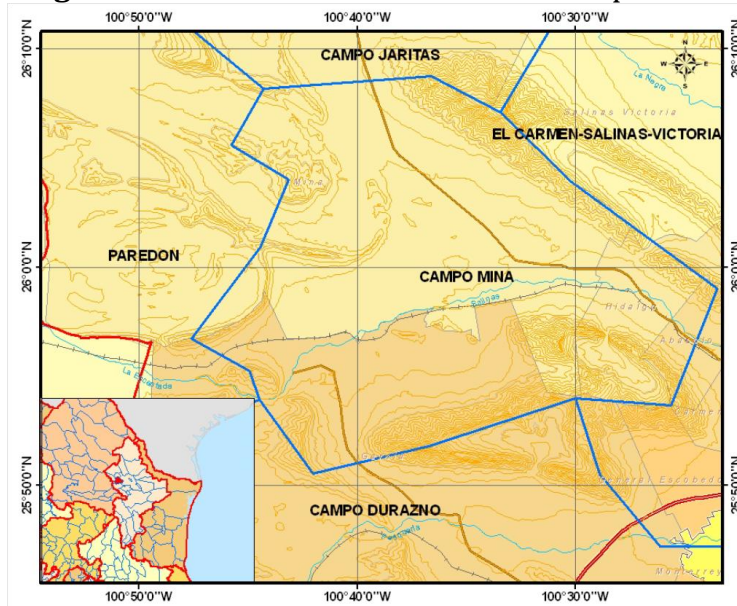
d) Acuífero 1908 Campo Mina³³

El acuífero Campo Mina se localiza a unos 36 km al noroeste de la ciudad de Monterrey, a la altura del km 40 de la carretera federal No. 53 Monterrey-Monclova; pertenece a la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses. Limita con los siguientes acuíferos: al norte con Campo Jaritas, al este con Carmen-Salinas Victoria, al oeste con Paredón y al sur con el acuífero Campo Durazno (Figura 2.15).

La extensión del acuífero Campo Mina abarca casi la totalidad del municipio de Hidalgo, y en forma parcial a los municipios Mina, Abasolo y Villa de García.

³³CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Campo Mina, Estado de Nuevo León.

Figura 2.15. Localización del acuífero Campo Mina.



Fuente: CONAGUA (2009).

Las aguas que se extraen de este acuífero se destinan en su mayor parte para el uso público urbano del área metropolitana de Monterrey, y en menor proporción para el uso agrícola y otros usos. El notable desarrollo industrial y la creciente explosión demográfica de la zona metropolitana, implican mayores demandas de agua. Sin embargo, la escasa disponibilidad de este recurso y su irregular distribución en la temporada de lluvias redundan en una recarga reducida de los acuíferos. Por ello, el acuífero Campo Mina se ha visto involucrado en varias vedas para el alumbramiento de aguas del subsuelo debido a la sobreexplotación a que ha estado sujeto.

La primera veda corresponde al Decreto del 28 de noviembre de 1956, y publicado en el DOF el 19 de diciembre de 1956. Este Decreto amplía la zona vedada para el alumbramiento de aguas del subsuelo en los terrenos que ocupa y circundan la ciudad de Monterrey. Posteriormente se decretó otra ampliación de veda con fecha 19 de junio de 1958, llamada precisamente “Ampliación de veda Monterrey (Santiago)”. Las vedas fueron del tipo rígido debido a la sobreexplotación a que estaban sujetos los acuíferos. La última veda corresponde a la que incluye a todo el estado de Nuevo León.

Se estima que las extracciones de los pozos del acuífero Campo Mina para suministro de agua potable a Monterrey son del orden de 26.1 Mm³/año, además de 6 Mm³/año para uso agrícola y alrededor de 3.1 Mm³/año para otros usos, o sea un total de 35.2 Mm³/año.

De acuerdo con las determinaciones reportadas en el balance de aguas subterráneas realizado por la CONAGUA, la recarga total media anual del acuífero es del orden de 24.0 Mm³/año; la descarga natural comprometida se considera nula; el volumen total

concesionado es de 31.7 Mm³/año, considerando el volumen aportado para el suministro de la ciudad de Monterrey. Por tanto, el resultado del balance indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones; por el contrario, se tiene un déficit de -7.7 Mm³/año que se están extrayendo del almacenamiento no renovable del acuífero. En otras palabras, el acuífero está sobreexplotado. En este sentido, no se deberán autorizar concesiones para nuevos aprovechamientos para la explotación, uso o aprovechamiento del recurso que impliquen un incremento en las extracciones.

e) Acuífero 1909 Campo Durazno³⁴

El acuífero Campo Durazno se localiza al noreste del área metropolitana de Monterrey, en el municipio de Villa de García. Pertenece a la región hidrológica No. 24 Río Bravo, subregión Bajo Río Bravo, y se ubica dentro de la cuenca del río San Juan. La zona es drenada al noroeste por el río Salinas, por el río Pesquería en su parte media con un curso de sur a norte y posteriormente continua al oriente constituyendo ahí el dren principal del lugar, en las proximidades de la estación La Soledad, aproximadamente a 7 km al poniente de la población de Villa de García; sobre el cauce de éste río se originan numerosas pequeñas emanaciones, propiciando un curso perenne. El río Santa Catarina drena la porción sur de la zona.

El acuífero se ubica en la zona de disponibilidad 3 según la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2007). Esta zona cuenta con decreto de veda del 28 de noviembre de 1956, publicado en el DOF el 19 de diciembre de 1956.

Este acuífero es explotado principalmente por el grupo industrial VITRO, por lo que el uso del agua es predominantemente industrial. Sin embargo, no existe un censo de aprovechamientos actualizado del acuífero. En el último estudio de campo realizado en 1981 fueron censados un total de 175 aprovechamientos, de los cuales 134 corresponden a pozos, 35 a norias y 6 a manantiales. Con relación a la profundidad, la mayoría de los pozos son de menos de 200 m, sólo 14 tienen una profundidad mayor que 300 m.³⁵

La recarga total media anual del acuífero, que corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al mismo en forma de recarga natural más la recarga inducida, es de 4.8 Mm³/año; la descarga natural comprometida es nula y el volumen total concesionado es de 7.7 Mm³/año. Por lo tanto, la disponibilidad de aguas subterráneas es de -2.9 Mm³/año, lo cual indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en esta unidad hidrogeológica.

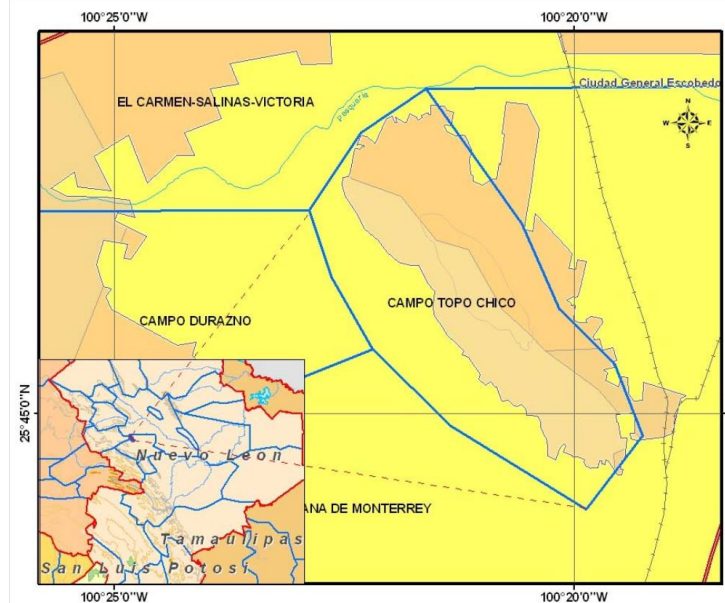
³⁴ CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Campo Durazno, Estado de Nuevo León.

³⁵ Consultores en Agua Subterránea, S.A. 1981. Estudio Hidrogeológico en el Municipio de Villa de García, Nuevo León.

f) Acuífero 1910 Campo Topo Chico³⁶

El acuífero Campo Topo Chico se localiza al noroeste del área metropolitana de Monterrey, en el municipio de San Nicolás de los Garza. Limita al norte con el acuífero El Carmen-Salinas Victoria, al sur y este con el acuífero Área Metropolitana de Monterrey y al oeste con el acuífero Campo Durazno (Figura 2.16).

Figura 2.16. Localización del acuífero Campo Topochico.



Fuente: CONAGUA (2009).

El acuífero Topo Chico se ubica en la zona de disponibilidad 3 según la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2007), y está ubicado dentro de la zona de veda del área metropolitana de Monterrey según Decreto publicado en el DOF el 17 de julio de 1951.

En este acuífero fueron perforados 12 pozos para uso público urbano y uno para uso industrial. Los primeros son propiedad del organismo operador Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM) pero decidió dejar de utilizarlos debido a la mala calidad del agua, por lo que actualmente sólo está en servicio un pozo que es propiedad de la compañía embotelladora Coca-Cola.

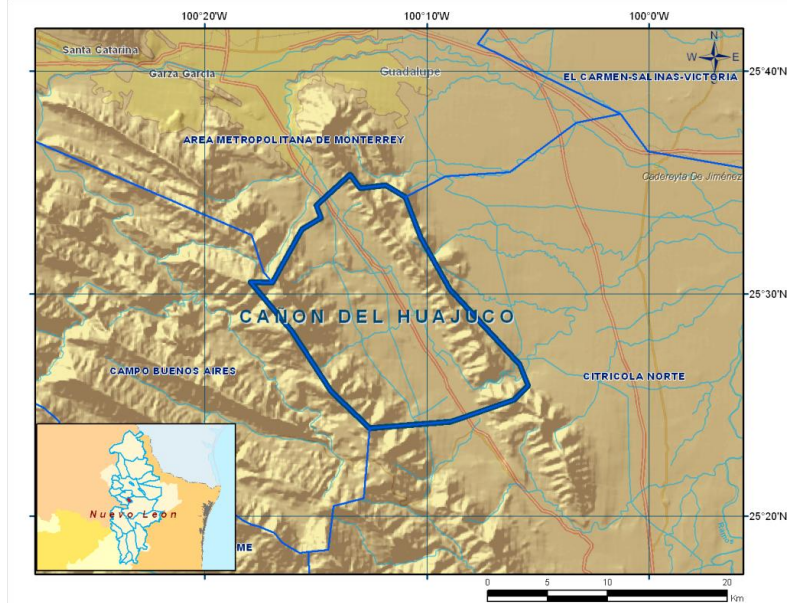
De acuerdo con el balance de aguas subterráneas realizado por la CONAGUA, la recarga total media anual del acuífero es de 3.5 Mm³/año; la descarga natural comprometida se considera nula; el volumen anual concesionado es de 2.8 Mm³/año; por lo que el resultado del balance indica que existe un volumen disponible de 0.6 Mm³/año para nuevas concesiones de agua en esta unidad hidrogeológica.

³⁶CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Campo Topochico, Estado de Nuevo León.

g) Acuífero 1911 Cañón del Huajuco³⁷

El acuífero Cañón del Huajuco se localiza en la porción centro-oriental del estado de Nuevo León, cubriendo una superficie de 235 km². Geográficamente, la zona se encuentra ubicada entre los paralelos 25°23' y 25°35' de latitud norte y entre los meridianos 100°05' y 100°18' de longitud oeste. Colinda al norte con el acuífero Área Metropolitana de Monterrey, al este y sur con el acuífero Citrícola Norte y al oeste con el acuífero Campo Buenos Aires, todos ellos pertenecientes al estado de Nuevo León (Figura 2.17).

Figura 2.17. Localización del acuífero Cañón del Huajuco.



Fuente: CONAGUA (2009).

Geopolíticamente el acuífero comprende parcialmente los municipios de Monterrey, Santiago, así como pequeñas porciones de los municipios Santa Catarina, Juárez y Cadereyta Jiménez.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2007), los municipios Monterrey, Santa Catarina y Juárez se clasifican como zona de disponibilidad 3 y los municipios Santiago y Cadereyta Jiménez como zona de disponibilidad 6.

En el territorio donde se ubica el acuífero rigen dos decretos de veda: la mayor parte del mismo se encuentra sujeto a las disposiciones del Decreto que amplía la zona vedada para el alumbramiento de aguas del subsuelo en los terrenos que ocupa y circunda la ciudad de Monterrey, publicado en el DOF el 19 de junio de 1958. Además, pequeñas porciones al oeste se encuentran sujetas a las disposiciones del Decreto que establece por tiempo indefinido veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo de

³⁷CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Cañón del Huajuco, Estado de Nuevo León.

terrenos que ocupa y circunda la ciudad de Monterrey, publicado en el DOF el 17 de julio de 1951. Ambos decretos se clasifican como tipo II que sólo permiten extracciones para usos domésticos. En la porción este del acuífero no rige ningún decreto de veda.

De acuerdo con la base de datos del REPDA (2010), existen en el acuífero un total de 220 aprovechamientos, la gran mayoría norias de bajo rendimiento que se utilizan para satisfacer las necesidades del uso doméstico y servicios. Del total de obras, 171 (77.7%) se destinan al uso doméstico, 28 al uso agrícola (12.7%), 11 para servicios (5.0%), 8 más para uso pecuario (3.6%) y los 2 restantes (1.0%) para uso público-urbano.

Según el balance de aguas subterráneas realizado por la CONAGUA, la recarga total media anual del acuífero es de 34.3 Mm³/año; la descarga natural comprometida se considera nula; el volumen anual concesionado es de 27.9 Mm³/año; por lo que el resultado del balance indica que existe un volumen disponible de 6.4 Mm³/año para nuevas concesiones de agua en esta unidad hidrogeológica.

h) Acuífero 1912 Citrícola Norte³⁸

El acuífero Citrícola Norte se localiza en la parte centro del estado de Nuevo León, aproximadamente a 56 km al sureste de la ciudad de Monterrey. Comprende los municipios de Montemorelos, General Terán, Allende, Rayones y Cadereyta Jiménez.

La zona en donde se encuentra el acuífero se localiza en la parte occidental de la provincia fisiográfica Planicie Costera del Golfo de México, próxima a la subprovincia de Sierra Altas, perteneciente a la provincia Sierra Madre Oriental. Los límites geográficos del acuíferos son: al norte el cauce del río San Juan; al sur el parteaguas superficial entre las cuencas del río San Juan y río San Fernando y al poniente las estribaciones de la Sierra Madre Oriental.

El acuífero Citrícola Sur se encuentra en zona de libre alumbramiento de conformidad con el párrafo V del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Las zonas de disponibilidad de agua subterránea por municipio, de acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2007) son: zona 4 para los municipios de Allende, Cadereyta Jiménez, General Terán, Montemorelos y Linares, y zona 5 para el municipio de Hualahuises.

No existe un censo actualizado de los aprovechamientos que explotan el acuífero. En el año de 1981 se cuantificaron 742 aprovechamientos (pozos y norias), distribuidos

³⁸CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Citrícola Norte, Estado de Nuevo León.

por uso del agua subterránea en 377 agrícolas, 280 doméstico-pecuario, 68 público urbano y 17 industriales.³⁹

Posteriormente, la Residencia General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos-Unidad de Aguas Subterráneas del Estado de Nuevo León, realizó un censo en el año de 1988, el cual no cubrió toda la zona del acuífero, resultando 470 aprovechamientos, 236 pozos y 234 norias. Distribuidos por uso en 230 domésticos, 211 agrícolas, 9 pecuarios, 10 público urbano y 1 de observación. Del total de aprovechamientos 424 estaba equipado y 46 sin equipo. Los caudales de extracción variaban entre 0.5 y 100 L/s.

En 1997 se llevaron a cabo dos censos de aprovechamientos que sólo cubrieron la parte noreste y noroeste de la zona.⁴⁰ y ⁴¹ De estos dos estudios en total fueron censados 270 aprovechamientos con caudales de extracción que variaron entre 0.25 y 64 L/s con un promedio de 6 L/s.

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas realizado por la CONAGUA y publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009, la recarga total media anual del acuífero es de 191.9 Mm³/año; como descarga natural comprometida sólo se considera la salida por flujo lateral que descarga al río San Juan por el extremo noreste de la zona, que es de aproximadamente de 71.9 Mm³/año; el volumen anual concesionado es de 209.9 Mm³/año; por lo que el resultado del balance es de -89.9 Mm³/año, lo cual indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones de agua en esta unidad hidrogeológica denominada acuífero Citrícola Norte.

i) Acuífero 1914 Citrícola Sur⁴²

El acuífero Citrícola Sur se localiza en la parte centro del estado de Nuevo León, aproximadamente a 100 km al sureste de la ciudad de Monterrey. El área del acuífero comprende los Municipios de Linares, Hualahuises y Galeana, y una pequeña parte de los municipios de Montemorelos e Iturbide.

Los límites geográficos del acuífero son: al norte la mesa alta El Ébano; al sur y oriente el límite estatal con el estado de Tamaulipas; al poniente las estribaciones de la Sierra Madre Oriental.

³⁹Servicios Geológicos, S. A. 1981. Estudio Geohidrológico Preliminar de la Zona Citrícola, Nuevo León. Elaborado para SARH-DGZA.

⁴⁰Antares S. A. de C. V. 1997. Censo de Captaciones de Agua Subterránea y Colección de Datos Geohidrológicos en la Cuenca del Arroyo Garrapatas y una Porción de la Cuenca del Río Pílon, Edo. de Nuevo León. Realizado para la CONAGUA.

⁴¹Antares S. A. de C. V. 1997. Censo de Captaciones de Agua Subterránea en una Porción del Río San Juan, Edo. de Nuevo León. Realizado para la CONAGUA.

⁴² CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Citrícola Sur, Estado de Nuevo León.

El acuífero Citrícola Sur se encuentra en zona de libre alumbramiento de conformidad con el párrafo V del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Las zonas de disponibilidad de agua subterránea por municipio, de acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2007) son: zona 4 para los municipios de Linares y Galeana, y zona 5 para el municipio de Hualahuises e Iturbide.

No existe un censo actualizado de los aprovechamientos que explotan el acuífero. En el año de 1981 se llevó a cabo un estudio en el cual se cuantificaron un total de 558 aprovechamientos de los que 380 corresponden a pozos, 175 son norias y 3 galerías filtrantes. En el estudio realizado se reporta que el volumen total de extracción del acuífero Citrícola Sur es de aproximadamente 28 Mm³/año, de los cuales 19 Mm³/año se destinan al uso agrícola, 5 Mm³/año al uso público urbano, 3 Mm³/año al uso doméstico y pecuario y 1 Mm³/año al uso industrial.⁴³

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas realizado por la CONAGUA y publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009, la recarga total media anual del acuífero es de 71.5 Mm³/año; como descarga natural comprometida sólo se considera la salida por flujo lateral por la parte oriente de la zona, que es de aproximadamente de 47.0 Mm³/año; el volumen anual concesionado es de 57.1 Mm³/año; por lo que el resultado del balance es de -29.1 Mm³/año, lo cual indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones de agua en esta unidad hidrogeológica denominada acuífero Citrícola Sur.

j) Acuífero 1916 Natividad-Potosí-Raíces⁴⁴

El acuífero Natividad-Potosí-Raíces se ubica en la parte sur del estado de Nuevo León, en el límite estatal de Coahuila, abarca básicamente y en forma parcial el municipio de Galeana (Figura 2.18).

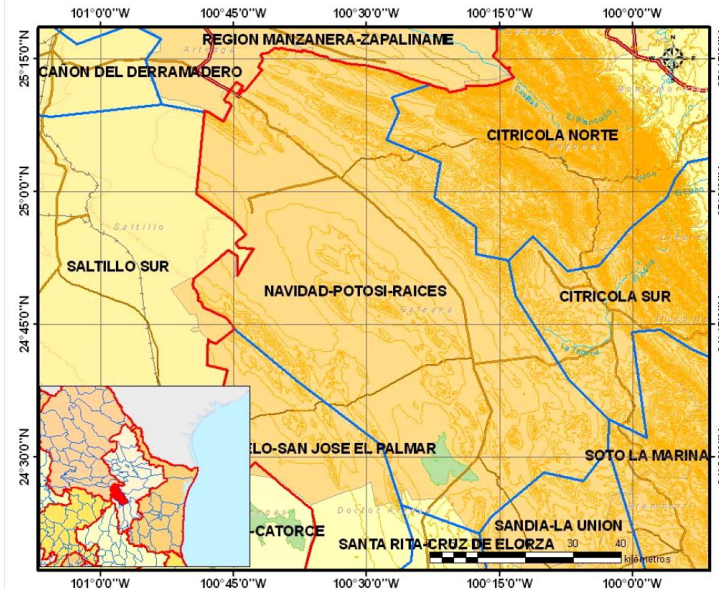
El acuífero Natividad-Potosí-Raíces se localiza dentro de la veda que describe el Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro del límite geopolítico del municipio de Galeana, para el mejor control de las extracciones, uso y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona (publicado en el DOF el 7 de julio de 1978). En dicho Decreto se establece veda por causa de interés público, por tiempo indefinido para las extracciones, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo en la región mencionada. Excepto cuando se trate de extracciones para uso doméstico y de abrevadero que se realicen por medios manuales, nadie podrá ejecutar obras de alumbramiento de aguas del subsuelo dentro de la zona vedada, sin contar previamente con el correspondiente permiso de construcción otorgado por la

⁴³ Servicios Geológicos, S. A. 1981. Estudio Geohidrológico Preliminar... *Ibid.*

⁴⁴ CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Natividad-Potosí-Raíces, Estado de Nuevo León.

CONAGUA, ni extraer o aprovechar las mencionadas aguas sin la concesión o asignación que expida también, según el caso, la misma dependencia.

Figura 2.18. Límites del acuífero Natividad-Potosí-Raíces.



Fuente: CONAGUA (2009).

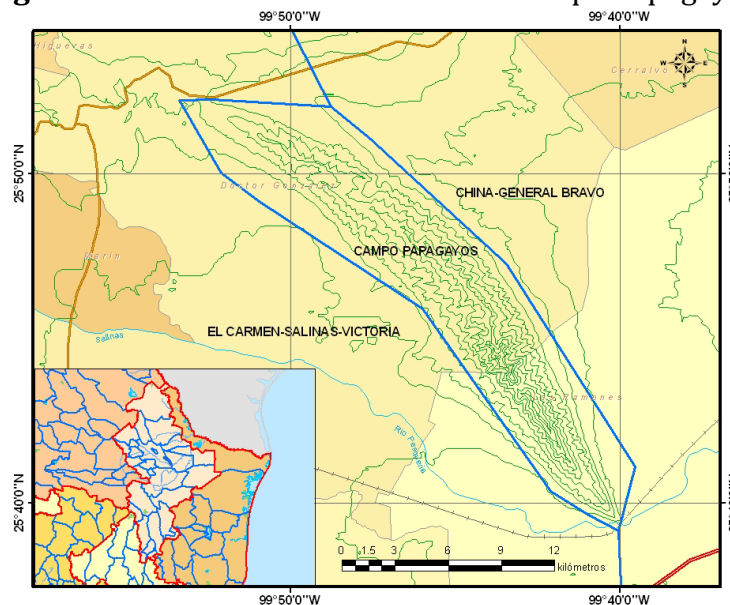
En el área del acuífero prácticamente no existen obras para el aprovechamiento de las aguas superficiales, por lo que los volúmenes utilizados en los diferentes usos provienen del subsuelo. La extracción de aguas subterráneas ha variado a través del tiempo, pero actualmente no se dispone de un censo de campo para conocer los aprovechamientos. Se sabe que para 1978 existían 779 obras de captación y explotación del sistema de agua subterránea, de los cuales 715 corresponden a pozos, 60 norias y 4 manantiales. Actualmente se considera como aproximado el volumen reportado en el REPDA al 31 de mayo de 2005, el cual es del orden de 147.3 Mm³/año. Este volumen se emplea para diversos usos siendo el principal el uso agrícola (95%), además de los usos pecuario, público urbano y servicios.

Según el balance de aguas subterráneas realizado por la CONAGUA y publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009, la recarga total media anual del acuífero es de 98.0 Mm³/año; la descarga natural comprometida se considera nula; el volumen anual concesionado es de 147.3 Mm³/año; por lo que el resultado del balance es de -49.3 Mm³/año, lo cual indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones; por el contrario el déficit anotado se está extrayendo del almacenamiento no renovable del acuífero. En este sentido, no se deberán autorizar concesiones para nuevos aprovechamientos para la explotación, uso o aprovechamiento del recurso, que impliquen un incremento en las extracciones.

k) Acuífero Campo Papagayos⁴⁵

El acuífero Campo Papagayos se localiza al noreste del área metropolitana de Monterrey en el municipio de Doctor González. Pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental y a la subprovincia de las Sierras y Llanuras Coahuilenses. Está delimitado por el flanco suroeste de un anticlinal con dirección noreste-suroeste denominado Sierra Papagayos; en la porción noroeste limita con el acuífero China-General Bravo y al sureste con el acuífero Carmen-Salinas Victoria (Figura 2.19).

Figura 2.19. Localización del acuífero Campo Papagayos.



Fuente: CONAGUA (2009).

El acuífero se localiza en una zona de libre alumbramiento, ya que no existe decreto de veda para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas subterráneas. Se ubica en la zona de disponibilidad 5 según la Ley Federal de Derechos de 2007.

En el área del acuífero fueron perforados 12 pozos profundos que originalmente fueron destinados a suministrar agua para uso industrial a la refinera de Petróleos Mexicanos (PEMEX) ubicada en el municipio de Cadereyta Jiménez. De esos pozos, solamente dos son operados por PEMEX, con un volumen conjunto anual de 706,000 m³ para 1998 y 439,900 m³ en 1999, debido a que el acuífero no soporta mayores extracciones.

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas realizado por la CONAGUA y publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009, la recarga total media anual del acuífero es de 2.5 Mm³/año; la descarga natural comprometida se considera nula; el volumen anual concesionado es de 2.3 Mm³/año; por lo que el resultado del balance indica que

⁴⁵CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Campo Mina, Estado de Nuevo León.

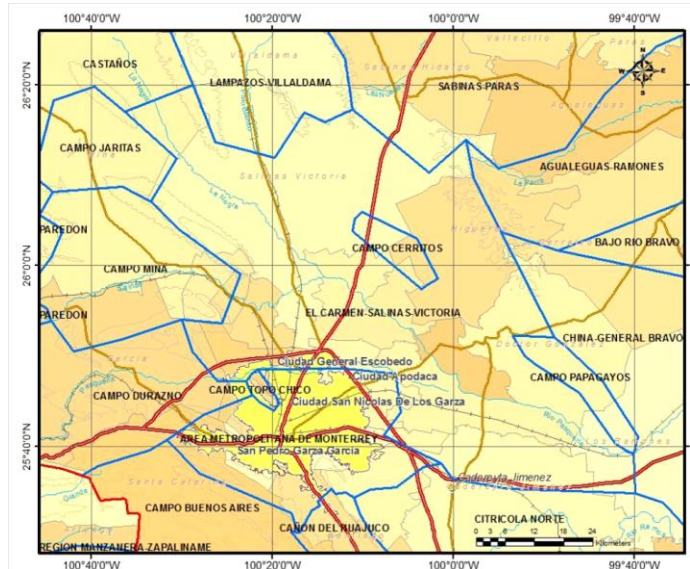
existe un volumen disponible de 0.2 Mm³/año para nuevas concesiones de agua en esta unidad hidrogeológica denominada acuífero Campo Papagayos.

l) Acuífero El Carmen-Salinas-Victoria⁴⁶

El acuífero El Carmen-Salinas-Victoria, se localiza en la porción central del estado de Nuevo León, a 35 km al norte de Monterrey. Este sistema acuífero abarca una extensión de 3,618 km² de superficie total. Geopolíticamente comprende en su totalidad los municipios de El Carmen, Ciénega de Flores, General Zuazua y Pesquería y parcialmente los municipios Marín, Salinas Victoria, Hidalgo, Abasolo, General Escobedo, Apodaca, Higuera, Doctor González, Los Ramones, Cadereyta Jiménez, Juárez, Mina y García.

El acuífero tiene una forma alargada en dirección noroeste-sureste. Geohidrológicamente se encuentra rodeado por 11 acuíferos; limita al norte con los acuíferos Lampazos-Villa Aldama, Sabinas Paras, al noreste con el acuífero Agualeguas-Ramones, al este con los acuíferos China-General Bravo y Campo Papagayos, al sur limita con los acuíferos Citrícola Norte, Área Metropolitana de Monterrey y Campo Topo Chico, al suroeste con el acuífero Campo Durazno, al oeste con el Campo Mina y al noroeste con el acuífero Campo Jaritas. En su interior se ha diferenciado otro acuífero denominado Campo Cerritos (Figura 2.20).

Figura 2.20. Localización del acuífero El Carmen-Salinas-Victoria.



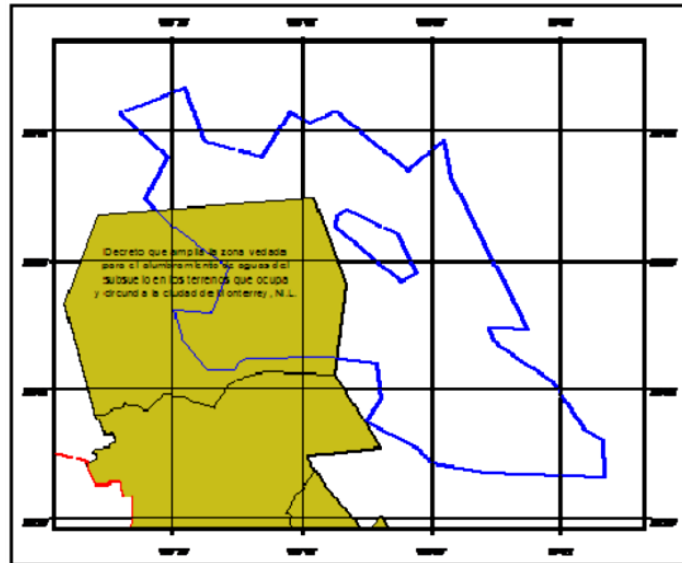
Fuente: CONAGUA (2009).

La porción poniente del acuífero se encuentra vedada, mediante un decreto tipo II que amplía la zona vedada para el alumbramiento de aguas del subsuelo en los terrenos

⁴⁶CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero El Carmen-Salinas-Victoria, Estado de Nuevo León.

que ocupa y circundan la ciudad de Monterrey, N. L., publicado en el DOF el 19 de diciembre de 1956 (Figura 2.21).

Figura 2.21. Porción vedada del acuífero El Carmen-Salinas-Victoria.



Fuente: CONAGUA (2002).

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2007), el municipio El Carmen se encuentra en zona de disponibilidad 3, mientras que los municipios de Ciénega de Flores, General Zuazua y Pesquería se encuentran en zona de disponibilidad 6.

En el año de 2004 se llevó a cabo un censo de aprovechamientos que reveló la existencia de 1,023 aprovechamientos del agua subterránea, de los cuales 866 son pozos, 152 norias, 1 tajo, 1 galería filtrante y 3 manantiales. De este total, 853 aprovechamientos se encuentran activos y los 170 restantes inactivos. En valor de la extracción estimada asciende a los 31.6 Mm³ anuales, de los cuales 11.8 Mm³ (37.3%) se destinan para la agricultura, 11.0 Mm³ (34.7%) más para uso público-urbano, 7.7 Mm³ (24.5%) para uso doméstico abrevadero y los 1.1 Mm³ restantes (3.5%) para el sector industrial.⁴⁷

Según el balance de aguas subterráneas realizado por la CONAGUA y publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009, la recarga total media anual del acuífero es de 53.8 Mm³/año; la descarga natural comprometida obtenida fue de 6.2 Mm³/año, que corresponde a evapotranspiración (5 Mm³) más las salidas por flujo subterráneo (0.8 Mm³) y la descarga de los manantiales (0.4 Mm³); el volumen anual concesionado es de 38.3 Mm³/año; por lo que los resultados del balance indican que el acuífero El

⁴⁷Desarrollo y Sistemas, S.A. 2004. Actualización Hidrogeológica del Acuífero El Carmen-Salinas-Victoria, N. L. Realizado para la CONAGUA.

Carmen–Salinas–Victoria, tiene una disponibilidad media anual de 9.2 Mm³/año de agua subterránea, para otorgar nuevas concesiones; pero se deberá considerar que el agua subterránea es en general de mala calidad.

2.2.3. Vedas para el aprovechamiento de aguas subterráneas

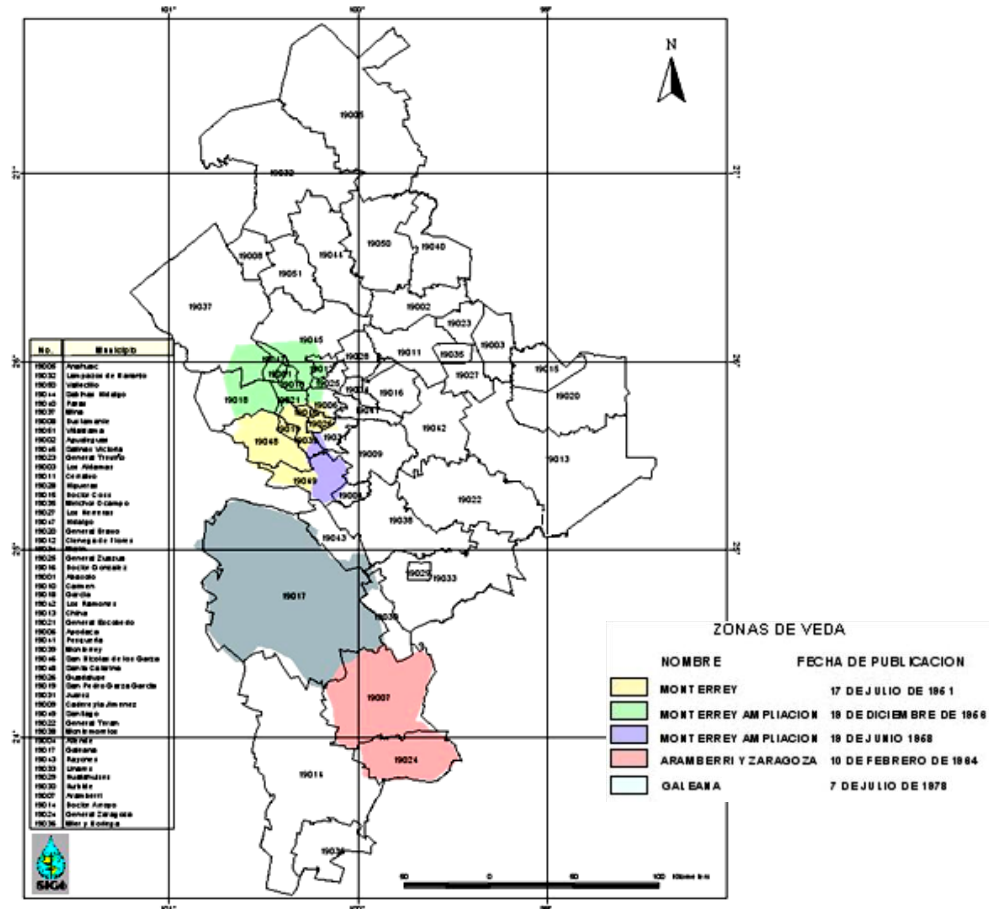
Aunque ya se han mencionado de manera concisa las vedas que regulan las extracciones de aguas subterráneas de algunos acuíferos del estado de Nuevo León, es importante retomarlas en este punto y hacer una recopilación de las mismas, indicando en cada caso los aspectos sobresalientes de cada una de ellas.

- El 17 de julio de 1951 se publicó en el DOF el **Decreto que establece por tiempo indefinido veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo de terrenos que ocupan y circundan la ciudad de Monterrey**, en la zona que el mismo describe. La veda es de tipo II y en su artículo segundo establece que “excepto cuando se trate de alumbramientos para usos domésticos, a partir de la fecha en que este decreto se publique en el Diario Oficial de la Federación, nadie podrá efectuar nuevos alumbramientos de aguas del subsuelo en la zona vedada, sin previo permiso escrito de la Autoridad del Agua, la que sólo lo expedirá en los casos en que de los estudios correspondientes se deduzca que no se causarán los daños que con el establecimiento de la veda tratan de evitarse”.
- El 19 de diciembre de 1956 se publicó en el DOF el **Decreto que amplía la zona vedada para el alumbramiento de aguas del subsuelo en los terrenos que ocupan y circundan la ciudad de Monterrey**. Este decreto contiene los siguientes artículos:

Artículo Primero: Se amplía la zona de veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en los terrenos que ocupan y circundan la ciudad de Monterrey, estado de Nuevo León a que se refiere el Decreto con fecha 27 de junio de 1951, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de julio del mismo año, para incluir también los terrenos comprendidos dentro del polígono que se describe.

Artículo Segundo: Las disposiciones establecidas en el decreto señalado en el artículo anterior se aplicarán también a la zona con que se amplía la veda en cuestión.

Figura 2.22. Zonas de veda para la extracción de aguas subterráneas en el estado de Nuevo León.



Fuente: CONAGUA-SIGA (2010).

- El 19 de junio de 1958 se publicó en el DOF otro **Decreto que amplía la zona vedada para el alumbramiento de aguas del subsuelo en los terrenos que ocupa y circunda la ciudad de Monterrey.**
- El 7 de julio de 1978 se publicó en el DOF el **Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro del límite geopolítico del municipio de Galeana,** para el mejor control de las extracciones, uso y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona.

2.3. Volúmenes concesionados de aguas superficiales y subterráneas

El volumen total de aguas nacionales concesionadas para los diferentes usos consuntivos y no consuntivos en el estado de Nuevo León es de 2,506.4 Mm³, de los cuales 1,168.0 Mm³ (46.6%) son de aguas superficiales y los restantes 888.4 Mm³ (53.3%) corresponden a las aguas subterráneas (Cuadro 2.6).

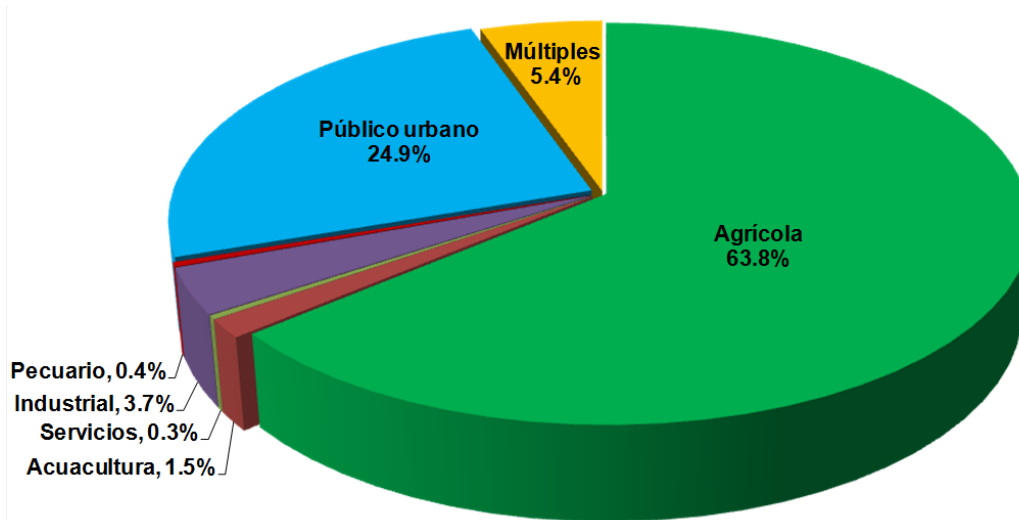
Cuadro 2.6. Títulos y volúmenes de extracción de aguas nacionales concesionados para los diferentes usos en el estado de Nuevo León.

Uso	Aguas Nacionales					
	Aguas superficiales		Aguas subterráneas		Total	
	No. Títulos	Volumen (Mm ³ /año)	No. Títulos	Volumen (Mm ³ /año)	No. Títulos	Volumen (Mm ³ /año)
Agrícola	267	761.0	4,404	550.7	4,671	1,311.7
Agroindustrial	0	0.0	1	0.09	1	0.09
Doméstico	0	0.0	1,313	0.6	1,313	0.6
Acuacultura	3	27.1	3	3.7	6	30.8
Servicios	0	0.0	229	6.4	229	6.4
Industrial	0	0.0	528	76.4	528	76.4
Pecuario	0	0.0	1,144	7.6	1,144	7.6
Público urbano	2	355.9	32	511.2	34	511.3
Múltiples	17	23.9	1,535	110.7	1,552	110.7
G.E.E.*	0	0.0	1	0.7	1	0.7
Total	289	1,168.0	9,190	888.4	9,479	2,056.4

*Generación de energía eléctrica. Fuente: CONAGUA-REPDA (2011).

Los principales usos consuntivos del agua en el estado son: uso agrícola (63.8%), uso público urbano (24.9%), usos múltiples (5.4%) y uso industrial (3.7%), que en conjunto suman el 97.8% de los volúmenes concesionados por la CONAGUA (incluyendo aguas superficiales y subterráneas) (Figura 2.23).

Figura 2.23. Distribución de los volúmenes concesionados de aguas nacionales en el estado de Nuevo León.



Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA-REPDA (2011).

2.4. Oportunidades de investigación aplicada

Como se puede observar, la mayor cantidad de agua en el estado se destina al uso agrícola, por lo cual es imprescindible realizar estudios e implementar estrategias que permitan hacer un uso racional y eficiente del agua en este sector, de tal manera que se logre alcanzar la sustentabilidad del recurso. Pues como se ha visto a lo largo del presente capítulo, muchas de las cuencas hidrológicas del estado de Nuevo León prácticamente ya no tienen disponibilidad para nuevas concesiones de agua, y la situación de los acuíferos es aún peor, pues la gran mayoría de ellos presentan un déficit de aguas subterráneas y otros incluso están sobreexplotados y sujetos a diversas vedas que regulan su aprovechamiento.

Por ello, una primera línea de investigación aplicada que se propone en este diagnóstico, es la realización de un estudio detallado para determinar y analizar las extracciones reales de agua del acuífero de Galeana (Natividad-Potosí-Raíces) donde el principal uso del recurso hídrico es el agrícola (95%). El estudio propuesto tendría como objetivo elaborar un plan integral para el manejo sustentable del acuífero mencionado, mediante el uso de tecnologías de la información y con base en un censo de campo de las extracciones de agua del subsuelo.

PANORAMA DEL SECTOR AGROPECUARIO

El sector agropecuario al nivel mundial, por efecto de la globalización, enfrenta cambios y retos a los cuales México no puede sustraerse. Frente a una política nacional que no ha reposicionado el campo en términos de incentivos fiscales, crédito, apoyos para el desarrollo tecnológico y comercial, entre otros; en países desarrollados se consolidan medidas de apoyo y subsidios a los productores que se traducen en altos niveles de productividad y que agudizan las diferencias con los productores nacionales.

Desde hace varias décadas, en el ámbito nacional y estatal, el sector agropecuario ha sido el menos dinámico de la economía, comparado con el industrial y el de servicios. Nuevo León se ha convertido en importador de muchos productos agropecuarios; existe un bajo nivel tecnológico que se refleja en ineficiencias productivas, con altos costos de producción y bajos rendimientos; los programas gubernamentales están desarticulados y cambian constantemente, de tal forma que desmotivan las inversiones en el sector rural; hay una fuerte descapitalización del campo y con pocas posibilidades reales de financiamiento; los apoyos gubernamentales a las actividades primarias han disminuido; los programas estructurados en el Programa Especial Concurrente mantienen apoyos rígidos, dirigidos y/o condicionados en su operación que no permiten la atención de las particularidades y prioridades estatales.⁴⁸

En su conjunto, el estado de Nuevo León presenta condiciones poco favorables para el desarrollo de actividades agropecuarias, y existen situaciones dispares, tanto entre la producción agropecuaria empresarial y la de subsistencia, como entre las bajas posibilidades de progreso para la población en el campo y el atractivo económico de las principales ciudades.

En el medio rural existen diferentes sistemas de producción, caracterizados por sus diversos niveles tecnológicos: los productores comerciales, los productores en transición que agrupan a ejidatarios y productores privados, y los productores tradicionales o de subsistencia. Todos tienen que enfrentar el problema de integrarse

⁴⁸ SAGARPA / GENL. 2010. Diagnóstico Sectorial de Nuevo León.

a mercados más competidos y complejos que los obliga a ser innovadores y a modificar tanto aspectos productivos como de comercialización.

La falta de información sistematizada y actualizada ha puesto en riesgo la efectividad de los programas que se han implementado para el desarrollo rural, tanto nacional como estatal. Ésta debe ser el mejor referente para la efectividad de la planeación y focalización de los apoyos para que se generen los resultados e impactos esperados.

En este contexto, en este capítulo se presenta un panorama general del sector agropecuario de la entidad, destacando los principales aspectos de las actividades productivas de los subsectores agrícola y pecuario, tomando en cuenta que estos dos subsectores son los que tienen mayor importancia dentro de las actividades primarias del estado y además son los que consumen la mayor cantidad de agua. Asimismo, se presenta una descripción general de los distritos de desarrollo rural (DDR) de la entidad, describiendo en cada caso las características principales de la producción agrícola y pecuaria que tiene lugar en ellos.

3.1. Actividades productivas del sector agropecuario

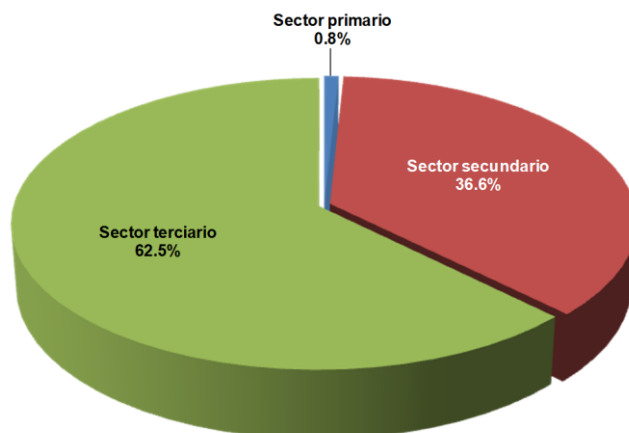
De manera general, las actividades económicas de cualquier país o entidad federativa pueden agruparse en tres grandes sectores: a) Primario: agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza; b) Secundario: minería, electricidad, agua, gas, construcción e industria manufacturera; y c) Terciario: comercio, transportes y todo tipo de servicios (educación, salud, servicios profesionales y financieros, actividades del gobierno, etc.).

En el estado de Nuevo León las actividades económicas de los sectores terciario y secundario son las que tienen mayor importancia, tanto por el número de personas ocupadas en ellas como por su aportación al Producto Interno Bruto (PIB) estatal. En el año 2009, el PIB total de la entidad a precios corrientes fue de 848 mil millones de pesos –ocupando el tercer lugar a nivel nacional, sólo después del Distrito Federal y del Estado de México–, de los cuales el 62.5% (530 mil millones de pesos) correspondieron al sector terciario, el 36.6% (310 mil millones de pesos) al sector secundario, y sólo el 0.8% (7 mil millones de pesos) pertenecieron al sector primario (Figura 3.1).⁴⁹

Lo anterior indica que Nuevo León se caracteriza por ser una entidad federativa en la que predominan las actividades económicas relacionadas con la industria y los servicios, mientras que las actividades del sector primario (agricultura, ganadería, pesca y aprovechamiento forestal) tienen relativamente poca importancia para el desarrollo económico de la entidad, pero no por ello son menos importantes desde los puntos de vista social y ambiental (especialmente en lo referente al uso del agua, tal como se analizará detalladamente en los capítulos siguientes).

⁴⁹ INEGI. 2011. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Figura 3.1. Distribución porcentual del PIB sectorial en Nuevo León (2009)



Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2011).

Ahora bien, como ya se mencionó, la actividad productiva del sector primario se divide en los subsectores agrícola, pecuario, forestal y pesca. En el estado de Nuevo León presentan una mayor importancia los dos primeros subsectores (agrícola y pecuario), tanto por el número de personas que participan en ellos, como por su aportación al PIB sectorial, motivo por el cual este sector se engloba bajo el título de “sector agropecuario”.

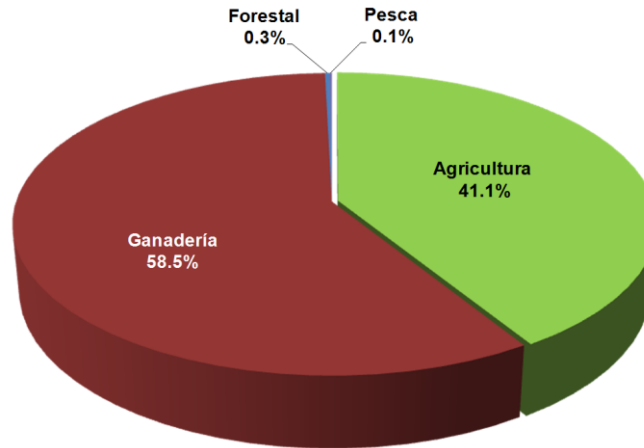
El valor de la producción agropecuaria estatal en el año 2009, a precios corrientes, fue de 7,108 millones de pesos, contribuyendo con el 1.7% del PIB agropecuario nacional. Asimismo, la entidad participa con el 3.8% del volumen de producción pecuaria en el país y el 1.2% de los productos cosechados en México. Sin embargo, las actividades del campo en el estado presentan un importante rezago si se comparan con otros sectores económicos, principalmente la industria manufacturera o el comercio (24.6% y 15.5% del PIB estatal respectivamente).⁵⁰

Dentro del sector agropecuario, el valor de la producción agrícola en el año 2009 en Nuevo León fue de 3,274 millones de pesos, mientras que el valor de la producción pecuaria alcanzó 4,242.1 millones de pesos; por lo que la ganadería representa una mayor importancia en el estado, con una participación del 58.5% del valor de la producción en ese año; los subsectores de pesca y silvicultura participan con 0.1% y 0.3% respectivamente, del valor de la producción del sector en la entidad (Figura 3.2).

A continuación se presenta un panorama general de los subsectores agrícola y pecuario para el estado de Nuevo León.

⁵⁰INEGI. 2011. Sistema de Cuentas... *Ibíd.*

Figura 3.2. Composición del PIB del sector agropecuario de Nuevo León (2009).

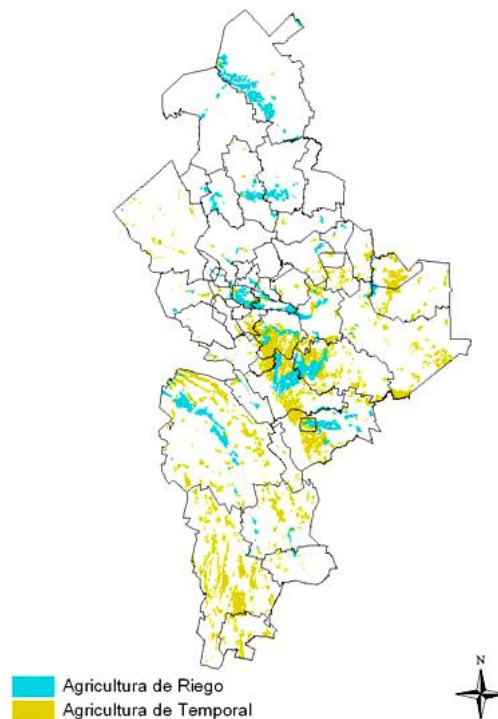


Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2011).

3.2. Panorama del subsector agrícola

El subsector agrícola cuenta en el estado con una superficie del orden de 392 mil hectáreas abiertas al cultivo anualmente, representando el 6.1% de la superficie total en la entidad. Esta actividad se desarrolla principalmente en los valles y llanos del estado, siendo en los municipios del centro y sur de la entidad donde se concentra el 82% de la superficie dedicada a actividades agrícolas (Figura 3.3).

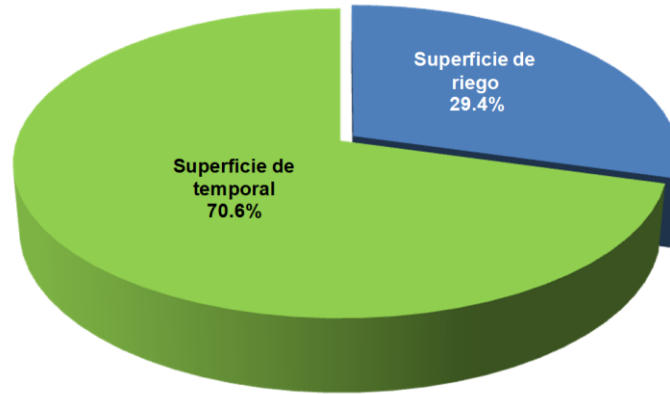
Figura 3.3. Zonas agrícolas del estado de Nuevo León.



Fuente: GENL-OEIDRUS (2011).

De la superficie total destinada a la agricultura, aproximadamente el 30% es de riego y el 70% de temporal (Figura 3.4).

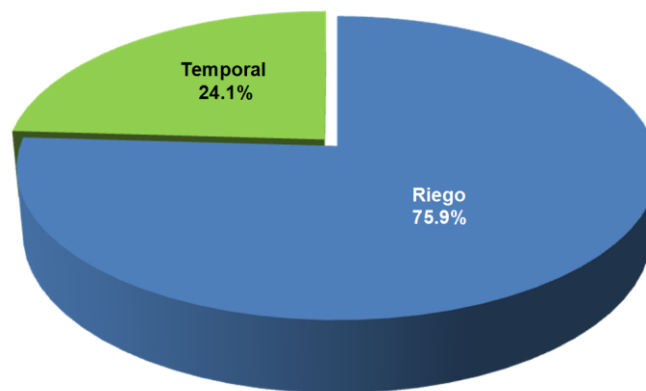
Figura 3.4. Composición de la superficie sembrada de cultivos bajo riego y temporal en Nuevo León (2009)



Fuente: elaboración propia con base en SAGARPA-SIAP (2009).

El valor total de la producción agrícola obtenida en el año 2009 fue de 3,274 millones de pesos, de los cuales 2,486 millones de pesos correspondieron a la producción bajo riego (75.9%) y los restantes 788 millones de pesos a los cultivos de temporal (24.1%). Esto indica que la agricultura bajo riego es tres veces más productiva que la de temporal (Figura 3.5).

Figura 3.5. Aportación al valor de la producción de los cultivos bajo riego y temporal en Nuevo León (2009).



Fuente: elaboración propia con base en SAGARPA-SIAP (2009).

El valor total de la producción agrícola del estado de Nuevo León se distribuye de la siguiente manera: el 35% de este valor se concentra en los municipios que comprenden la región sur del estado, el 41% en la zona centro y el 24% restante en la zona norte de la entidad.⁵¹

⁵¹ SAGARPA-SIAP, 2009.

Entre los principales cultivos que se producen en el estado se encuentran: pastos, maíz (grano y forraje), trigo grano, sorgo (grano y forraje), cítricos (naranja, mandarina y toronja), nuez y papa. Estos cultivos representan el 84% del valor de la producción del estado (Cuadro 3.1).

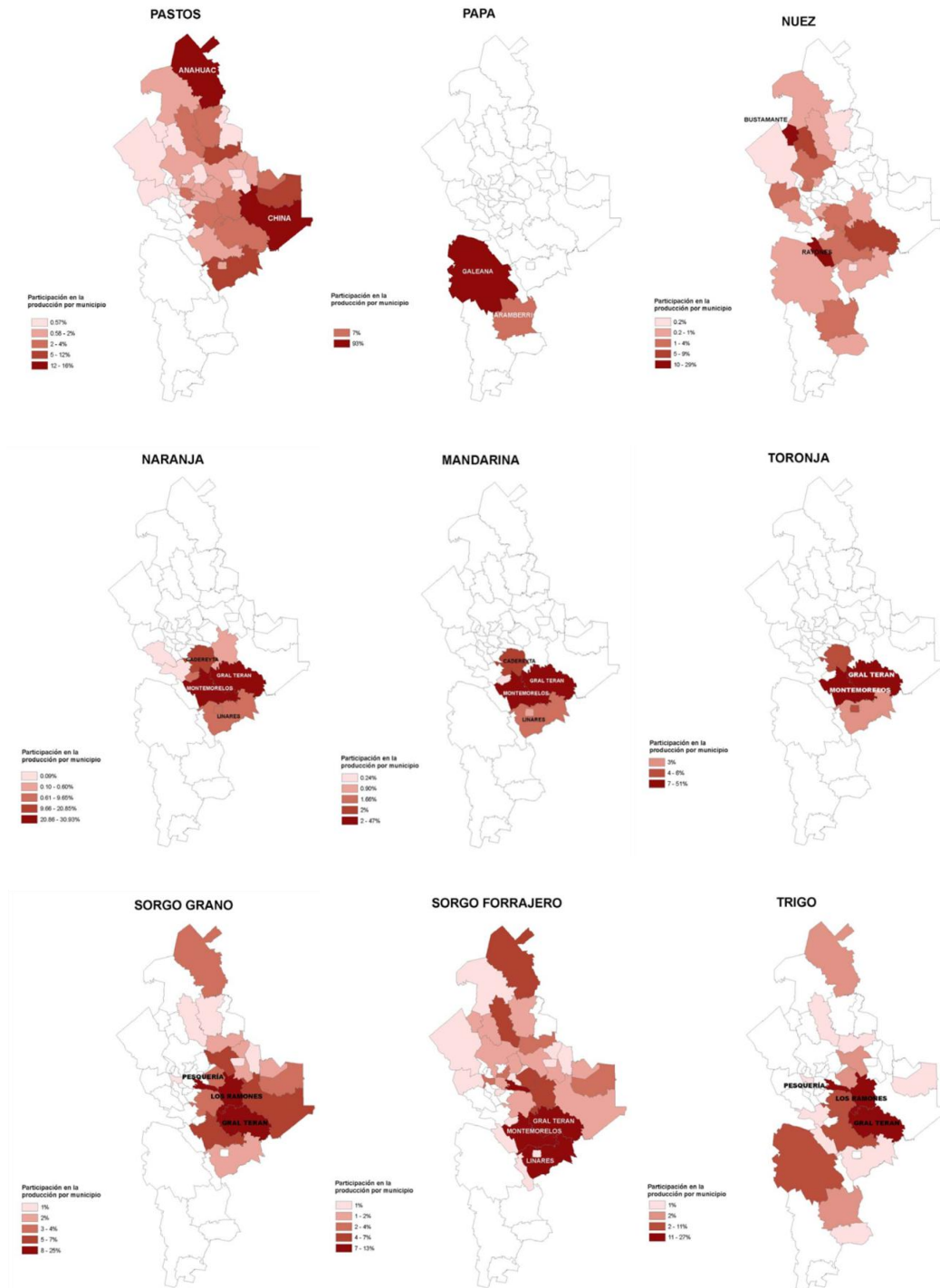
Cuadro 3.1. Producción agrícola en el estado de Nuevo León* (2009).

Cultivo	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rend. (ton/ha)	PMR (\$/ton)	Valor Producción (Miles \$)
Pastos	160,369	160,369	1,875,462	11.7	407	763,021
Maíz forrajero	47,745	43,245	420,275	9.7	193	81,258
Trigo grano	25,508	25,308	54,653	2.2	2,830	154,674
Naranja	25,451	25,451	296,973	11.7	1,120	332,664
Sorgo grano	18,841	16,331	34,847	2.1	2,163	75,373
Maíz grano	14,719	13,249	35,932	2.7	3,341	120,038
Sorgo forrajero	11,487	11,235	129,143	11.5	256	33,116
Nuez	3,890	3,890	2,489	0.6	22,956	57,125
Papa	3,564	3,564	133,320	37.4	8,084	1,077,720
Mandarina	3,545	3,545	35,892	10.1	1,362	48,888
Frijol	3,255	3,156	1,476	0.5	9,676	14,282
Alfalfa verde	2,206	2,206	166,458	75.5	526	87,597
Manzana	1,897	1,897	5,519	2.9	8,245	45,509
Toronja (pomelo)	1,764	1,764	17,734	10.1	990	17,555
Sorgo escobero	1,275	1,270	1,028	0.8	10,293	10,579
Avena forrajera	1,198	1,198	15,165	12.7	288	4,374
Aguacate	696	696	2,759	4.0	8,588	23,698
Tomate rojo	667	396	16,331	41.3	7,445	121,577
Chile verde	662	511	11,887	23.3	8,089	96,161
Durazno	606	606	645	1.1	8,212	5,295
Tomate verde	460	460	12,600	27.4	3,739	47,116
Col (repollo)	245	245	11,150	45.5	913	10,175
Zanahoria	223	223	6,495	29.1	3,518	22,850
Ciruella	112	112	300	2.7	9,051	2,718
Ajo	102	102	702	6.9	13,339	9,364
Otros cultivos	479	407	3,847	9.5	3,009	11,574
Total	330,963	321,434	3,293,083			3,274,298

*Riego + Temporal. Fuente: SAGARPA-SIAP (2009).

Los pastos son los cultivos que mayor superficie sembrada ocupan en el estado, con más de 160 mil hectáreas que representan casi el 50% de la superficie total cultivada. La producción de pastos se da principalmente en los municipios del norte y centro del estado, destacando Anáhuac en el norte y China en el centro que en conjunto producen más del 24% de los pastos (Figura 3.6).

Figura 3.6. Distribución de la producción de los principales cultivos en el estado de Nuevo León.



Fuente: SAGARPA / CDANL (2010).

Por otro lado, la papa es el cultivo que aporta el mayor valor de la producción en la entidad, con más de mil millones de pesos al año que representan aproximadamente el 33% del valor total de la producción agrícola estatal. Este cultivo se produce principalmente en la región sur del estado, siendo el municipio de Galeana quien concentra alrededor del 93% de la producción.

En Nuevo León destaca también la producción de cítricos (naranja, mandarina y toronja) que se cultivan mayoritariamente en la región centro del estado (más de 350 mil toneladas al año), en especial en los municipios de Montemorelos, General Terán y Cadereyta Jiménez que producen alrededor del 81% de la cosecha de estos cultivos a nivel estatal (Figura 3.6). Por su parte, la producción de granos y forrajes (maíz, sorgo, trigo), se presenta sobretodo en los municipios del centro del estado, destacando Montemorelos, General Terán, Linares, Los Ramones y Pesquería; aunque también en algunos municipios del norte como son Sabinas Hidalgo y Vallecillo. Además se producen otros cultivos también importantes como el tomate de invernadero que actualmente crece fuertemente en el sur y centro del estado, nuez, frijol, alfalfa verde, manzana y aguacate, entre otros.

Para concluir este apartado, hay que destacar que el estado de Nuevo León ocupa importantes lugares en la producción de cultivos a nivel nacional, como por ejemplo: es el tercer productor de mandarina, el cuarto de toronja y papa, el quinto productor en naranja, nuez, y manzana, entre otros (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Principales cultivos en el estado (2009)

Principales cultivos	Producción (ton)	% en el total nacional	Lugar nacional
Cíclicos			
Maíz forrajero	420,275	4.5	8º de 25
Papa	133,320	8.9	4º de 23
Sogo forrajero verde	129,143	2.5	10º de 25
Trigo grano	54,653	1.3	9º de 23
Maíz grano	35,932	0.2	26º de 31
Sorgo grano	34,847	0.6	16º de 29
Tomate rojo (jitomate)	16,331	0.8	20º de 32
Tomate verde	12,600	1.9	13º de 29
Chile verde	11,887	0.6	19º de 32
Perennes			
Pastos	1,875,462	4.2	7º de 28
Naranja	296,973	7.1	4º de 27
Alfalfa verde	166,458	0.6	19º de 25
Mandarina	35,892	16.0	3º de 21
Manzana	5,519	1.0	7º de 23
Aguacate	2,759	0.2	12º de 27
Nuez	2,489	2.2	6º de 19

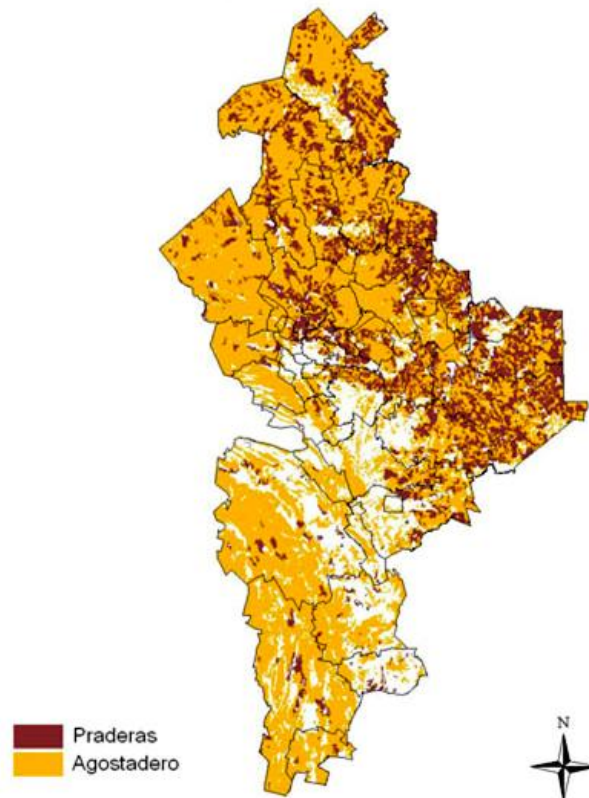
Fuente: SAGARPA-SIAP (2009).

2.3. Panorama del subsector pecuario

El subsector pecuario en el estado, cuenta con una superficie que asciende a 5.5 millones de hectáreas y representa el 86% de la superficie total en la entidad, de las cuales el 90% son de agostadero natural, el 0.3% son de praderas de riego y el 9.7% restante son de praderas de temporal.

La superficie de agostadero es la más extensa del estado, ubicándose fundamentalmente en los pastizales del centro y norte, así como en las partes bajas de la Sierra Madre Oriental, los zacates y especies arbustivas componen la vegetación natural. Los municipios del norte y centro del estado concentran el 71% de esta superficie (Figura 3.7).

Figura 3.7. Zonas ganaderas del estado de Nuevo León.



Fuente: GENL-OEIDRUS (2011).

Entre los principales productos pecuarios que produce Nuevo León se encuentran las aves (huevo y carne), bovinos, caprinos y porcinos. En el año 2009 se obtuvo en el estado una producción pecuaria total de más de 613 mil toneladas de productos (incluyendo ganado en pie, carne en canal, leche, huevo para plato y miel), que representaron un valor de la producción de más de 11 mil millones de pesos (Cuadro 3.3).

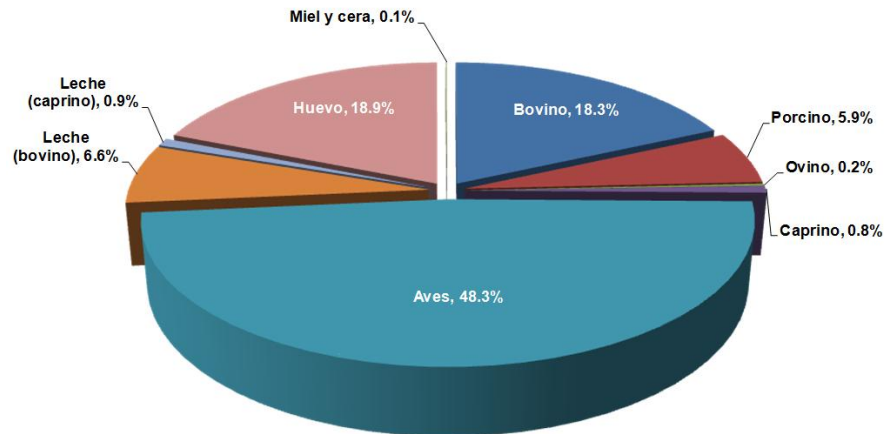
Cuadro 3.3. Producción pecuaria en el estado de Nuevo León (2009).

Producto / Especie	Producción (ton)	Precio (\$/kg)	Valor de la producción (Miles \$)	Animales sacrificados (cabezas)	Peso (kg)
Ganado en pie					
Bovino	74,280	17.78	1,320,835		393
Porcino	20,656	16.59	342,668		101
Ovino	887	16.4	14,549		30
Caprino	3,214	27.33	87,826		20
Subtotal	99,038		1,765,878		
Ave y guajolote en pie					
Ave	166,859	17.19	2,868,792		2.1
Subtotal	166,859		2,868,792		
Carne en canal					
Bovino	38,156	32.94	1,256,779	189,244	202
Porcino	15,543	28.13	437,135	205,012	76
Ovino	444	35.92	15,955	29,720	15
Caprino	1,634	48.15	78,687	163,568	10
Ave	129,436	23.28	3,012,606	78,307,176	1.6
Subtotal	185,213		4,801,162		
Leche					
Bovino	40,586	4.14	167,877		
Caprino	5,265	4.37	22,993		
Subtotal	45,850		190,869		
Otros productos					
Huevo para plato	115,939	12.71	1,473,014		
Miel	504	26.14	13,164		
Cera en greña	18	85.71	1,516		
Subtotal	116,461		1,487,694		
Total	613,420		11,114,396		

Fuente: SAGARPA-SIAP (2009).

Del total de la producción pecuaria, las aves (en pie y en carne de canal) representan casi el 50%, siendo el principal producto del sector. Luego sigue la producción de huevo con 18.9% y el ganado bovino con 18.3% (Figura 3.8).

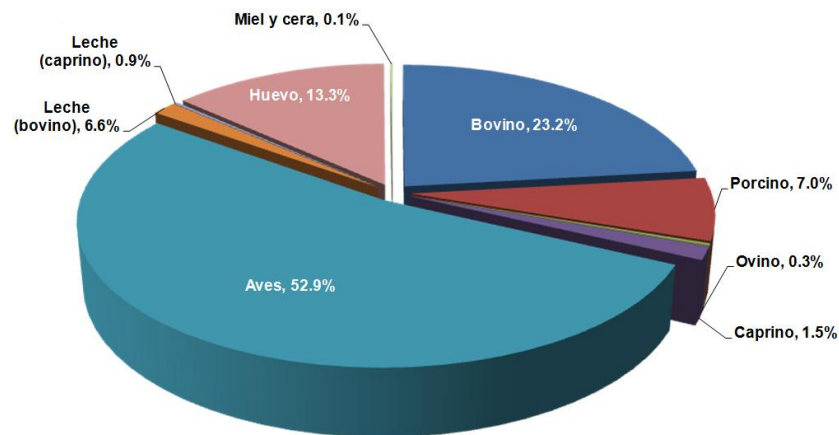
Figura 3.8. Composición de la producción pecuaria en el estado de Nuevo León (2009)



Fuente: elaboración propia con base en SAGARPA-SIAP (2009).

En cuanto al valor de la producción, destacan las aves con una aportación del 53%, el ganado bovino con 23.2% y el huevo con 13.3% (Figura 3.9).

Figura 3.9. Aportación al valor de la producción pecuaria en el estado de Nuevo León (2009)



Fuente: elaboración propia con base en SAGARPA-SIAP (2009).

La producción de aves en la entidad se concentra principalmente en los municipios de la región central del estado (92%). En Nuevo León anualmente se sacrifican más de 70 millones de aves, alcanzándose una producción de casi 130 mil toneladas de carne de ave, las cuales se producen en 95 granjas de pollo de engorda y 16 plantas reproductoras.⁵²

⁵²Fundación PRODUCE Nuevo León, A.C. / CDANL. 2005. Programa de Competitividad y Modelo de Negocio en la Cadena Global de Valor del **Sector Avícola** de Nuevo León.

Por su parte, la producción de bovinos se concentra en las regiones centro y norte (60%), donde existen 123 engordas cuarentenadas con capacidad instalada por ciclo ganadero de 209 mil 700 cabezas y una producción anual de alrededor de 74 mil toneladas. El 89% del sacrificio bovino se lleva a cabo en rastros Tipo Inspección Federal (TIF). Durante el 2009, se clasificaron y comercializaron 425 mil canales en rastros TIF, de los cuales un alto porcentaje se comercializó con la marca “Calidad Nuevo León” a través de 118 establecimientos.⁵³

Figura 3.10. Producción de ganado bovino de la raza Beefmaster en Linares.



Foto: IANL (2011).

Por otra parte, la producción de porcinos se concentra en la región central del estado (74%); Nuevo León cuenta con una población aproximada de 268 mil cerdos distribuidos en 100 granjas porcícolas, cuya producción anual de carne en canal se encuentra alrededor de las 15 mil toneladas.⁵⁴

La producción de caprinos se concentra mayoritariamente en los municipios de la zona sur del estado (50%). En relación al huevo, el 98% de la producción se concentra en los municipios de la zona centro del estado. Dentro de este subsector, a nivel nacional Nuevo León es el cuarto productor de huevo y el onceavo productor de aves, y destaca en producción de bovinos y porcinos, ocupando el 17° y 15° lugar nacional respectivamente.⁵⁵

⁵³Fundación PRODUCE Nuevo León, A.C. / CDANL. 2005. Programa de Competitividad y Modelo de Negocio en la Cadena Global de Valor del **Sector Bovino** de Nuevo León.

⁵⁴Fundación PRODUCE Nuevo León, A.C. / CDANL. 2005. Programa de Competitividad y Modelo de Negocio en la Cadena Global de Valor del **Sector Porcino** de Nuevo León.

⁵⁵ SAGARPA-SIAP, 2009.

Cuadro 3.4. Principales productos pecuarios en el estado (2009).

Principales productos	Producción (ton)	% en el total nacional	Lugar nacional
Carne en canal			
Aves ^{a/}	129,436	3.9	10º de 32
Bovino	38,156	2.0	20º de 32
Porcino	15,543	1.3	15º de 32
Caprino ^{b/}	1,634	3.1	11º de 28
Ovino	444	0.8	25º de 32
Otros productos			
Huevo	115,939	4.5	3º de 31
Leche (bovino)	40,586 ^{c/}	0.3	25º de 32
Leche (caprino)	5,265 ^{c/}	1.2	7º de 19
Miel	504	1.9	15º de 32

^{a/} Se refiere a carne de pollo, gallina ligera y pesada que ha finalizado su ciclo productivo, guajolotes.

^{b/} Se refiere a la producción de animales cebados y cabrito.

^{c/} Miles de litros.

Fuente: SAGARPA-SIAP (2009).

2.4. Distritos de Desarrollo Rural (DDR)

Con el propósito de articular y dar coherencia regional a las políticas de desarrollo rural así como hacer converger las acciones, servicios y recursos destinados a fomentar la producción agropecuaria, forestal, de la agroindustria, la acuicultura y en general el desarrollo integral de los habitantes del campo, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) ha determinado el establecimiento de distritos de desarrollo rural en todo el país.

Los distritos de desarrollo rural (DDR) son las unidades de desarrollo económico y social circunscritas a un espacio territorial determinado; comprenden zonas con características ecológicas y socioeconómicas homogéneas para la actividad agropecuaria, forestal, de las agroindustrias y de la acuicultura, bajo condiciones de riego, de drenaje y de temporal, con objeto de planear y promover el desarrollo rural integral.⁵⁶

La SAGARPA determinó el ámbito geográfico de los distritos de desarrollo rural tomando como base la división política de los estados y municipios. Así, para el caso del estado de Nuevo León, se tienen establecidos cuatro distritos de desarrollo rural que están integrados tal como se indica en el Cuadro 3.5 y en la Figura 3.11.

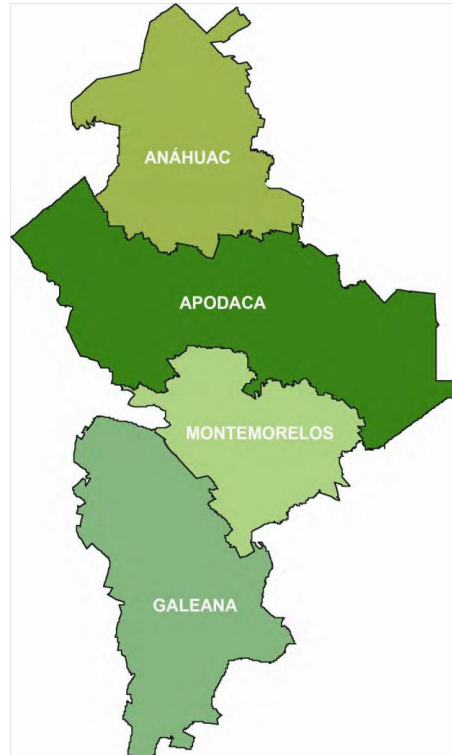
⁵⁶ SAGARPA. 1988. Ley de Distritos de Desarrollo Rural. DOF, 28 de enero de 1988.

Cuadro 3.5. Distritos de desarrollo rural del estado de Nuevo León.

Distrito	Municipios	Superficie (millones de ha)
Anáhuac	Anáhuac, Bustamante, Lampazos de Naranjo, Parás, Sabinas Hidalgo, Vallecillo y Villaldama.	1.4
Apodaca	Abasolo, Agualeguas, Apodaca, Cerralvo, Ciénega de Flores, China, Dr. Coss, El Carmen, Escobedo, García, Garza García, General Bravo, General Treviño, General Zuazua, Guadalupe, Higuera, Los Aldama, Los Herrera, Hidalgo, Los Ramones, Marín, Melchor Ocampo, Mina, Monterrey, Salinas Victoria, Santa Catarina, y Pesquería.	2.2
Montemorelos	Allende, Cadereyta Jiménez, China, General Terán, Hualahuises, Iturbide, Juárez, Linares, Montemorelos, Rayones y Santiago.	1.1
Galeana	Galeana, Arambérrri, Doctor Arroyo, General Zaragoza y Mier y Noriega.	1.7

Fuente: elaboración propia con base en SAGARPA (1988).

Figura 3.11. Distritos de desarrollo rural del estado de Nuevo León



Fuente: SAGARPA (2011).

Los DDR están a cargo de la SAGARPA y del Gobierno del Estado a través de la Corporación para el Desarrollo Agropecuario de Nuevo León; dichos distritos a su vez cuentan con una estructura auxiliar denominada Centros de Apoyo al Desarrollo Rural (CADER'S). A través de estas oficinas se promueven y reciben las solicitudes de apoyo de los productores para acceder a programas gubernamentales de apoyo al campo referentes a actividades agropecuarias.

A continuación se presenta una descripción general de las principales características de las actividades agropecuarias para cada uno de los DDR del estado.

2.4.1. Entorno de las actividades agropecuarias en el DDR Anáhuac

Con área de influencia en la región norte del estado, el DDR Anáhuac comprende los municipios de Anáhuac, Bustamante, Lampazos de Naranjo, Parás, Sabinas Hidalgo, Vallecillo y Villaldama.

El clima predominante en el distrito es el estepario (Bs), el cual incluye los climas: seco muy cálido con lluvias escasas todo el año, en más del 60% del distrito, en su porción centro y norte; semiseco muy cálido con lluvias escasas todo el año, en alrededor del 20% de la superficie, en la porción sur-sureste; y semiseco semicálido con lluvias de verano e invierno fresco, en alrededor del 15% del DDR, en la parte suroeste del territorio.

Figura 3.12. Praderas en el DDR Anáhuac.



Foto: IANL (2011).

Este distrito cuenta con más de 1.4 millones de hectáreas; de las cuales, actualmente destina a la agricultura 33,682 hectáreas (19,642 de riego y 14,040 de temporal); a la ganadería, 1.349 millones de hectáreas (incluyendo 9,800 hectáreas de praderas de riego y 226,633 de temporal), además de 1,112,567 hectáreas de agostadero.⁵⁷

⁵⁷ SAGARPA / GENL. 2006. Estudio de Estratificación de Productores de los DDR Apodaca y Anáhuac.

Aun cuando más del 95% de la población del DDR habita en poblaciones con índices de marginación bajos o muy bajos; en el municipio de Anáhuac se presentan tres localidades con un grado de marginación muy alto, y otras 22 con grado de marginación alto, lo mismo que en nueve localidades de Sabinas Hidalgo, seis de Lampazos, cuatro de Vallecillo, dos de Bustamante, y una de Parás; todas éstas, con una población total de 1,309 habitantes.⁵⁸

En la agricultura del DDR predomina la irrigación en el 76.5% de su superficie, mientras que el 23.5% restante se cultiva bajo condiciones de temporal. El 55.6% de la agricultura se concentra en el municipio de Anáhuac, donde se concentra el 71.0% de la superficie distrital bajo riego (debido a que en este municipio se ubica el distrito de riego 004 Don Martín, Coahuila y Nuevo León).

Figura 3.13. Cosecha de forrajes en el DDR Anáhuac.



Foto: IANL (2011).

Por lo anterior, el DDR adquiere importancia dentro del estado como productor de granos y forrajes; siendo los principales cultivos el sorgo grano, maíz grano (blanco), trigo grano, sorgo forrajero, cártamo, avena forrajera y alfalfa. También es muy relevante la superficie que se tiene establecida con pastos y praderas, tanto de riego como de temporal; predominando estas en los municipios de Parás, Vallecillo, Lampazos, Sabinas, Hidalgo y Villaldama.

La ganadería en este distrito se desarrolla en 1.11 millones de hectáreas de agostadero, en 228,382 hectáreas de praderas de temporal y en 8,050 de riego; lo anterior equivale respectivamente al 22.3% y 43.3% de las superficies estatales de agostadero y de praderas o pastizales inducidos; lo cual denota la importancia pecuaria del distrito de Anáhuac.⁵⁹

⁵⁸ *Ibíd.*

⁵⁹ *Ibíd.*

Figura 3.14. Pastoreo de ganado bovino en el DDR Anáhuac.



Foto: IANL (2011).

A pesar de que la ganadería en el DDR no contribuye significativamente a la producción pecuaria del estado, su principal importancia radica en el uso de sistemas más avanzados de producción y el empleo de praderas cultivadas, muchas de ellas bajo irrigación, para la producción de bovinos, ovinos y caprinos.

2.4.2. Entorno de las actividades agropecuarias en el DDR Apodaca

Con área de influencia en la región centro-norte del estado, el DDR Apodaca comprende los municipios de Abasolo, Agualeguas, Apodaca, Cerralvo, Ciénega de Flores, China, Dr. Coss, El Carmen, Escobedo, García, Garza García, General Bravo, General Treviño, General Zuazua, Guadalupe, Higuera, Los Aldama, Los Herrera, Hidalgo, Los Ramones, Marín, Melchor Ocampo, Mina, Monterrey, Salinas Victoria, Santa Catarina, y Pesquería.

Los climas predominantes en el distrito son los semi-cálidos, cálidos y muy cálidos; semisecos, secos y muy secos, con lluvias de verano o lluvias escasas todo el año; las temperaturas medias anuales más elevadas se registran en las áreas de Monterrey (22.2°C).

El DDR Apodaca cuenta con más de 2.2 millones de hectáreas, de las cuales se destinan a la agricultura más de 65 mil (18 mil de riego y 47 mil de temporal); a la ganadería, más de 2 millones de hectáreas; 22 mil 234 con uso forestal; y 108 mil 471 a otros usos.⁶⁰

La población de productores en el distrito presenta dos niveles sociales contrastantes, uno con una alta tasa de analfabetismo en el sector social (13.3%), lo que va unido a bajos ingresos, escaso capital productivo y prácticamente nulo uso de tecnología; y

⁶⁰ *Ibíd.*

otro, con productores básicamente del sector privado, que presentan elevados indicadores para las mismas variables. Lo anterior, en gran medida, es reflejo de la situación que padece la población rural del distrito, existiendo un total de 7,561 habitantes en 156 localidades que presentan condiciones de alta o muy alta marginación.⁶¹

Figura 3.15. Cultivo de sorgo forrajero en el DDR Apodaca.



Foto: IANL (2011).

Mientras que los productores en el más bajo nivel socioeconómico dependen para su subsistencia de la caprinocultura y el cultivo de maíz, frijol y algunos forrajes, en condiciones de temporal; aquellos con mayores recursos cuentan con ganadería bovina y cultivan forrajes y otras especies más redituables. Los principales sistemas productivos agrícolas, tanto por la superficie de siembra, como por su producción y el valor económico que representan, incluyen principalmente el cultivo de especies forrajeras y de granos para consumo pecuario.

El distrito cuenta con el 61.8% de la superficie estatal cultivada con pastos y praderas, y participa con el 33.2% de la superficie de forrajes cultivados (principalmente sorgo forrajero); con el 8.1% de la superficie y 28.8% del valor de la producción estatal de sorgo grano; con el 26.8% de la superficie y 44.7% del volumen total de trigo grano; se cultiva además maíz, frijol, algunos frutales como nuez y naranja, y en menor medida hortalizas, sin ser representativa la superficie en el contexto estatal.⁶²

Con respecto a la ganadería, el DDR Apodaca posee el 35.5% de la superficie estatal de praderas de temporal, y el 45.7% de las de riego, así como 1.77 millones de hectáreas de agostadero. Con respecto a la producción estatal, en este Distrito, se produce el 60.1% de la carne de bovino en canal; en corrales especializados, se obtiene el 55.4% de los animales engordados en el estado; se produce el 49.5% de la leche; aporta el

⁶¹ *Ibíd.*

⁶² *Ibíd.*

47.1% de la carne porcina en canal, a través de 80 granjas tecnificadas; concentra el 25.6% de la producción de cabrito; participa con el 77.1% de la producción de carne de ave, así como el 58.9% del huevo para plato en el estado.⁶³

Figura 3.16. Producción de ganado bovino en el DDR Apodaca.



Foto: IANL (2011).

2.4.3. Entorno de las actividades agropecuarias en el DDR Montemorelos

Con área de influencia en la región central del estado, el DDR Montemorelos comprende los municipios de Allende, Cadereyta Jiménez, China, General Terán, Hualahuises, Iturbide, Juárez, Linares, Montemorelos, Rayones y Santiago. Los climas predominantes en este distrito son: el clima muy cálido semiseco con lluvias de verano, en su porción oriental, así como los climas semicálidos subhúmedos con lluvias de verano; y en menor grado, al poniente del distrito, los climas templado subhúmedo con lluvias de verano, en sus áreas más elevadas; así como los climas semicálidos semisecos con lluvias escasas todo el año.

El DDR Montemorelos cuenta con cerca de 1.1 millones de hectáreas; de las cuales, actualmente se destinan a la agricultura 151,671 hectáreas (44,229 de riego y 107,442 de temporal); a la ganadería 805,190 hectáreas (incluyendo 3,637 hectáreas de praderas de riego y 50,367 de temporal), además de 751,186 hectáreas de agostadero.⁶⁴

En la agricultura del DDR predomina el temporal (70.8%) mientras que el 29.2% restante se cultiva bajo condiciones de riego. El 23.8% de la agricultura se concentra en el municipio de Linares, que además tiene casi la cuarta parte de la superficie distrital bajo riego.⁶⁵

⁶³ *Ibíd.*

⁶⁴ SAGARPA / GENL. 2006. Estudio de Estratificación de Productores de los DDR Galeana y Montemorelos.

⁶⁵ *Ibíd.*

Figura 3.17. Riego por aspersión en una pradera del DDR Montemorelos.



Foto: IANL (2011).

Sin duda la principal actividad agrícola del DDR es la producción de cítricos, con 30 mil hectáreas sembradas y un volumen producido de 348 mil toneladas con un valor superior a los 282 millones de pesos, el distrito también tiene importancia dentro del estado como productor de granos y forrajes; siendo los principales cultivos el trigo, el sorgo y el maíz grano (blanco), juntos alcanzan una producción superior a las 46 mil toneladas.⁶⁶

Figura 3.18. Producción de naranja en el DDR Montemorelos



Foto: IANL (2011).

La ganadería en este distrito se desarrolla en 751 mil hectáreas de agostadero y 54 mil de praderas de temporal siendo el DDR con menor superficie destinada a la producción pecuaria; a pesar de su limitación territorial, se usan sistemas avanzados

⁶⁶ *Ibíd.*

de producción, principalmente en porcinos y huevo para plato (principal productor), el valor total de la producción pecuaria del DDR lo posiciona como el segundo lugar (solo por debajo del DDR Apodaca), ya que con más de 1,047 millones de pesos aporta el 22.5% del total para la entidad.

Figura 3.19. Pastoreo de ganado bovino en el DDR Montemorelos.



Foto: IANL (2011).

2.4.4. Entorno de las actividades agropecuarias en el DDR Galeana

Con área de influencia en la región sur del estado, el DDR Galeana comprende los municipios de Galeana, Arambérrí, Doctor Arroyo, General Zaragoza y Mier y Noriega.

Los climas predominantes en el distrito son: el templado semi seco con lluvias escasas todo el año, en los municipios de Arambérrí y Mier y Noriega; templado seco con lluvias escasas todo el año, en Dr. Arroyo y Galeana; y templado sub húmedo con lluvias en verano, en el municipio de Gral. Zaragoza. La precipitación media anual tiene un rango de 300 a 800 mm anuales, mientras que la temperatura media fluctúa entre 14 y 20° C, en las diferentes zonas del distrito.

El DDR Galeana cuenta con 1,737,680 hectáreas, de las cuales se destinan a la agricultura más de 119 mil (25,619 ha de riego y 93,686 de temporal); a la ganadería, más de 1,366 miles de hectáreas (incluyendo 6,201 ha de praderas de temporal y 1.36 millones de hectáreas de agostadero); 243,225 hectáreas con uso forestal; y 8,909 con otros usos.⁶⁷

La población de productores en el distrito presenta dos niveles sociales contrastantes, uno con una alta tasa de analfabetismo en el sector social (20.7%), lo que va unido a bajos ingresos, escaso capital productivo y prácticamente nulo uso de tecnología; y otro, con productores básicamente del sector privado, que presentan elevados

⁶⁷ *Ibíd.*

indicadores para las mismas variables. Lo anterior, en gran medida, es reflejo de la situación que padece la población rural del distrito, existiendo un total de 54,320 habitantes en 491 localidades que presentan condiciones de alta o muy alta marginación.⁶⁸

Figura 3.20. Cultivo de papa en el DDR Galeana.



Foto: IANL (2011).

Mientras que los productores en el más bajo nivel socioeconómico dependen para su subsistencia de la caprinocultura y el cultivo de maíz, frijol y algunos forrajes, en condiciones de temporal; aquellos con mayores recursos cuentan con ganadería bovina y cultivan forrajes y otras especies más redituables.

Figura 3.21. Pastoreo de ganado caprino en el DDR Galeana.



Foto: IANL (2011).

⁶⁸ *Ibíd.*

Los principales sistema-producto agrícolas, tanto por la superficie de siembra, como por su producción y el valor económico que representan, incluyen principalmente el cultivo del maíz y la papa. El primero se realiza en el 75% de la superficie cultivable del DDR Galeana, aunque por el valor de su producción el segundo es el más relevante ya que alcanza más de mil millones de pesos, además de ser una actividad generadora de empleo.

El distrito cuenta con el 92.1% de la superficie estatal cultivada de alfalfa, y se producen otros forrajes como trigo, maíz y cebada forrajeros; se cultiva además algunos frutales como nuez, durazno, manzana y aguacate.

Con respecto a la ganadería, el DDR Galeana posee 1.36 millones de hectáreas de agostadero y más de 119 mil de praderas, el 78% de temporal y el 22% de riego. Con respecto a la producción estatal, en este distrito se produce el 49.1% de la carne en canal de caprino y el 49.9% de la leche de la misma especie. En cuanto a la carne de bovino en canal, el DDR produce solo el 3.9% pero el 31.9% del total de leche de bovino en el estado.⁶⁹

⁶⁹ *Ibíd.*

SEGUNDA PARTE:

GESTIÓN Y USO DEL AGUA EN EL SECTOR AGROPECUARIO

CAPÍTULO 4.

DISTRITOS DE RIEGO

Los **distritos de riego** son las áreas agrícolas establecidas mediante Decreto o Acuerdo Presidencial, y que están conformados por una o varias superficies previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica la zona de riego; además, cuentan con las obras de infraestructura hidráulica, aguas superficiales y del subsuelo, así como con sus vasos de almacenamiento, su zona federal, de protección y demás bienes y obras conexas, pudiendo establecerse también con una o varias unidades de riego.⁷⁰

Los distritos de riego son las áreas agrícolas más importantes del país, pues en ellos se genera más del 54% del valor de la producción agrícola nacional. En México existen actualmente 85 distritos de riego que dominan una superficie total de 3.5 millones de hectáreas y representan el 53.8% de la superficie total bajo riego; el 46.2% de la superficie restante (3.0 millones de hectáreas) es ocupada por cerca de 40 mil unidades de riego distribuidas a lo largo y ancho del territorio nacional.⁷¹

En el estado de Nuevo León existen solamente dos distritos de riego: el distrito 004 Don Martín y el distrito 031 Las Lajas, que en conjunto ocupan una superficie regable total de 33,468 hectáreas y son operados por 1,900 usuarios.

En este capítulo se presenta una descripción general de las principales características de los distritos de riego de Nuevo León y se hace un diagnóstico sobre las condiciones actuales y las perspectivas futuras de la gestión y el uso del agua en dichas áreas agrícolas.

⁷⁰CONAGUA. 2009. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

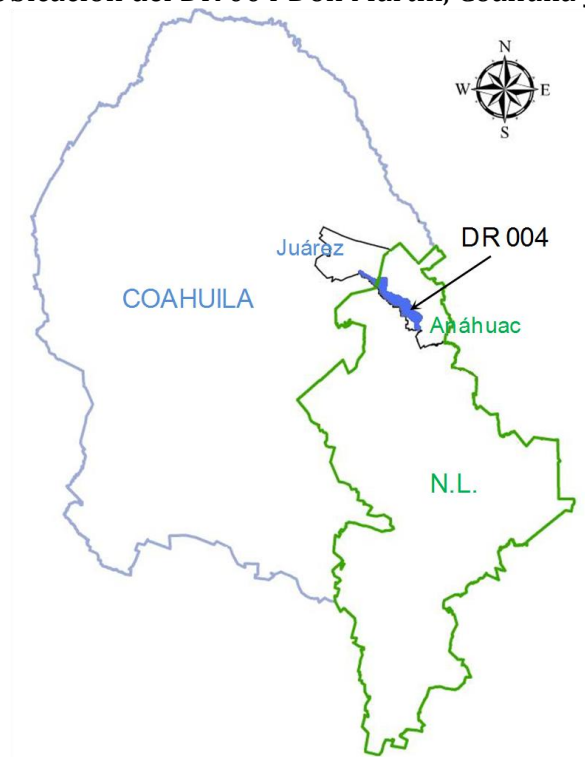
⁷¹Rendón P., L. 2008. Los Distritos de Riego: Infraestructura y Funcionamiento.

4.1. Distrito de riego 004 Don Martín

4.1.1. Ubicación geográfica

El distrito de riego 004 Don Martín (DR 004) se encuentra ubicado en los municipios de Juárez, estado de Coahuila, y Anáhuac, estado de Nuevo León (Figura 4.1). Se localiza entre los paralelos 27° 00' y 27° 32' de latitud norte y entre los meridianos 100° 00' y 100° 37' de longitud oeste, a unos 70 kilómetros al suroeste de la ciudad fronteriza de Nuevo Laredo, Tamaulipas; y a una altitud que va de los 160 m en su parte más baja a los 240 m en su parte más alta.

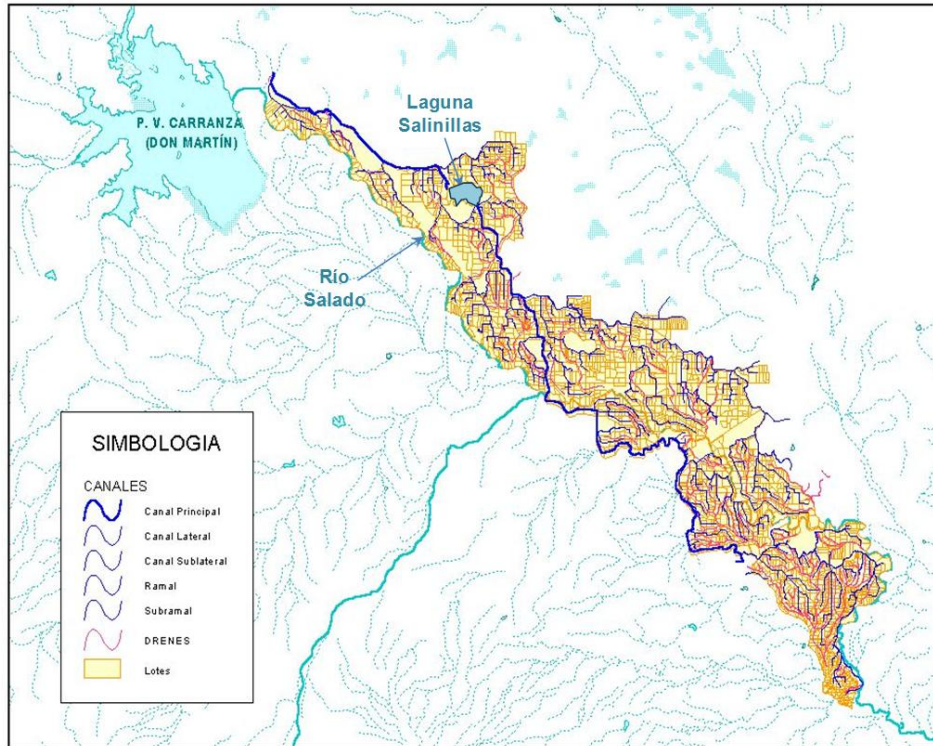
Figura 4.1. Ubicación del DR 004 Don Martín, Coahuila y Nuevo León.



Fuente: CONAGUA (2007).

El distrito tiene una superficie regable total de 29,605 hectáreas (27,673 hectáreas del municipio de Anáhuac, Nuevo León, y 1,932 hectáreas del municipio de Juárez, Coahuila) y se extiende sobre ambas márgenes del río Salado, a lo largo de casi 100 km aguas arriba de su confluencia con el río Bravo. Su geometría es alargada en el sentido noroeste-sureste y es irregular. Sus límites son: al noroeste el canal principal; al norte y noroeste el canal lateral Camarón; al suroeste el río Salado; al sur y sureste el dren La Tortuga; al oeste lo limita la cortina de la presa Venustiano Carranza (Don Martín) y hacia el este el río Salado (Figura 4.2).

Figura 4.2. Plano general del DR 004 Don Martín.



Fuente: CONAGUA (2007).

La zona de riego corresponde a una planicie ondulada que aumenta en altitud al poniente y disminuye paulatinamente hacia la cuenca del río Bravo. Esta observación se hace tomando como referencia Ciudad Anáhuac (cabecera del municipio de Anáhuac) que tiene una altitud de 189 m. Al poniente de esta población se localiza Don Martín, Coahuila, con altitud de 240 m, al suroeste Lampazos con altitud de 340 m y al noreste Nuevo Laredo, Tamaulipas, con altitud de 130 m.

4.1.2. Antecedentes, organización y funcionamiento

El DR 004 es uno de los más antiguos del país. Fue planeado originalmente para desarrollar la zona semiárida donde se ubica. Por los años de 1924-25 nació la idea de establecer el distrito con base en las facilidades fisiográficas y geológicas de la región. En 1926 se desarrollaron algunos estudios geológicos para la ubicación y construcción de la presa Venustiano Carranza, misma que fue terminada en 1930.⁷² Con la construcción de esta presa en el estado de Coahuila (única fuente de abastecimiento de agua de riego del DR 004 y de agua potable para el municipio de Anáhuac), y con el desarrollo de las primeras áreas de cultivo a cargo de la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) ahora Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en 1933 se construye el vaso regulador de la presa Venustiano Carranza, con el nombre de Laguna de

⁷²Aguilera-Herrera, N. *et al.* 1979. Estudio Edafológico del Distrito de Riego 04, Estados de Coahuila y Nuevo León.

Salinillas, ubicado en el estado de Nuevo León. En ese mismo año se funda la ciudad de Anáhuac, Nuevo León, y dos años después por decreto del Gobernador del Estado se le da el título de municipio.

El distrito de riego inició su funcionamiento en el año de 1930 estableciéndose una superficie de 8,312 hectáreas. A partir de 1931 la superficie se fue incrementando. En 1932 la presa Venustiano Carranza se llenó (1,390 Mm³), llegándose a sembrar en el año de 1935 la máxima superficie regada de 49,910 hectáreas. En 1936 y 1937 se regaron 47,900 y 43,320 hectáreas, respectivamente, agotándose el volumen de agua de la presa, lo que ocasionó que no se efectuaran siembras en los años de 1938 y 1939. Esta situación empeoró en los años agrícolas comprendidos entre 1940 y 1944.

En ese contexto, aunado a otros factores sociales, el Gobierno de la República, mediante un Decreto Presidencial de 1941, publicado en 1945, limitó la superficie física del distrito a 39,820 hectáreas, de las cuales sólo 29,605 eran de riego. La diferencia entre la superficie física y la superficie de riego (10,215 hectáreas) son las parcelas llamadas “anexiones” que pertenecen a los mismos usuarios pero no tienen derecho a riego, aun y cuando se encuentren dentro de la superficie dominada con infraestructura; esta superficie se dedica en su mayoría a la siembra de praderas, a la agricultura de temporal o está abandonada. Actualmente, de acuerdo con el padrón de usuarios actualizado en el año 2001, se reconocen oficialmente un total de 29,615.5 hectáreas de riego.

A partir de la fecha del Decreto de Expropiación de 1941, el distrito fue dividido en tres unidades de riego para su operación, mismas que se mantuvieron hasta finales del año de 1992, fecha en la cual el distrito de riego fue nuevamente dividido en siete unidades para su operación; a éstas unidades se les denominó módulos de riego (ver Figura 4.3), y con soporte en la Ley de Aguas Nacionales vigente en ese año (1992), la CONAGUA transfirió la operación, conservación y administración de los recién formados módulos de riego mediante un “Título de Concesión de Infraestructura” a los usuarios conformados en siete Asociaciones Civiles (A.C.), de tal forma que a cada asociación le correspondiera la operación de un módulo. Más tarde, a cada asociación legalmente constituida, la CONAGUA le otorgó un “Título de Concesión de Aguas Nacionales”, mediante el cual se precisa el volumen de agua que cada Asociación Civil tiene concesionada para operar y entregar a los usuarios asociados, con derechos vigentes.

Las Asociaciones Civiles constituidas y que operan actualmente aparecen en el Cuadro 4.1. Todas las asociaciones fueron constituidas legalmente el 12 de diciembre de 1992, de acuerdo a la normatividad vigente en ese año, cuentan con un Título de Concesión y continúan operando a la fecha.

Con fundamento en la Ley de Aguas Nacionales, el 14 de abril 1994 fue constituida una Sociedad de Responsabilidad Limitada (coloquialmente conocida como S.R.L.) denominada “Unión de Asociaciones de Usuarios de Anáhuac, Sociedad de

Responsabilidad Limitada, Interés Público y Capital Variable”, y cuyo objeto social es fundamentalmente operar, conservar y administrar la infraestructura de la red mayor del distrito (canal principal). Esta sociedad se conformó con la participación de las asociaciones civiles del distrito y se administra con la normatividad y reglamentación establecida por la CONAGUA para tal efecto.

Cuadro 4.1. Asociaciones civiles de usuarios del DR 004 Don Martín, Coah. y N.L.

No. de módulo	Nombre de la asociación	Superficie de riego (ha)	No. de usuarios	Volumen concesionado	
				Miles m ³	%
1	Asociación Hidroagro-pecuaria de la Primera Unidad del Distrito de Riego 04 Don Martín, A.C.	1,867.2	109	13,051	6
2	Asociación de Usuarios del Módulo del Distrito de Riego 04 Don Martín, Coahuila y Nuevo León, Salinillas, A.C.	5,564	331	38,845	18
3	Asociación de Usuarios del Módulo del Distrito de Riego 04 Don Martín, Coahuila y Nuevo León, La Capilla, A.C.	4,463	284	31,193	14
4	Asociación de Usuarios del Módulo del Distrito de Riego 04 Don Martín, Coahuila y Nuevo León, Camarón, A.C.	7,034	386	49,184	23
5	Asociación de Usuarios del Módulo del Distrito de Riego 04 Don Martín, Coahuila y Nuevo León, Niño Artillero, A.C.	4,651	264	32,510	15
6	Asociación de Usuarios del Módulo del Distrito de Riego 04 Don Martín, Coahuila y Nuevo León, La Batidora, A.C.	4,503	282	31,578	15
7	Asociación de Usuarios del Módulo del Distrito de Riego 04 Don Martín, Coahuila y Nuevo León, Tres Ejidos Unidos, A.C.	1,495	240	19,456	9
Total		29,577.2	1,896	215,817	100

Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la CONAGUA (2011).

La superficie y el número de usuarios anotados en el Cuadro 4.1, corresponden a las cifras que aparecen en el Título de Concesión firmado en el año de 1992. Posterior a ello, se han actualizado estas cifras en varias ocasiones como resultado de la revisión del padrón de usuarios. Actualmente se consideran 1,699 usuarios y una superficie de riego de 29,615.5 hectáreas, lo cual arroja una superficie promedio de 17.4 hectáreas por usuario. La superficie física y de riego por módulo, reconocida oficialmente en el presente, es como se indica en el Cuadro 4.2.

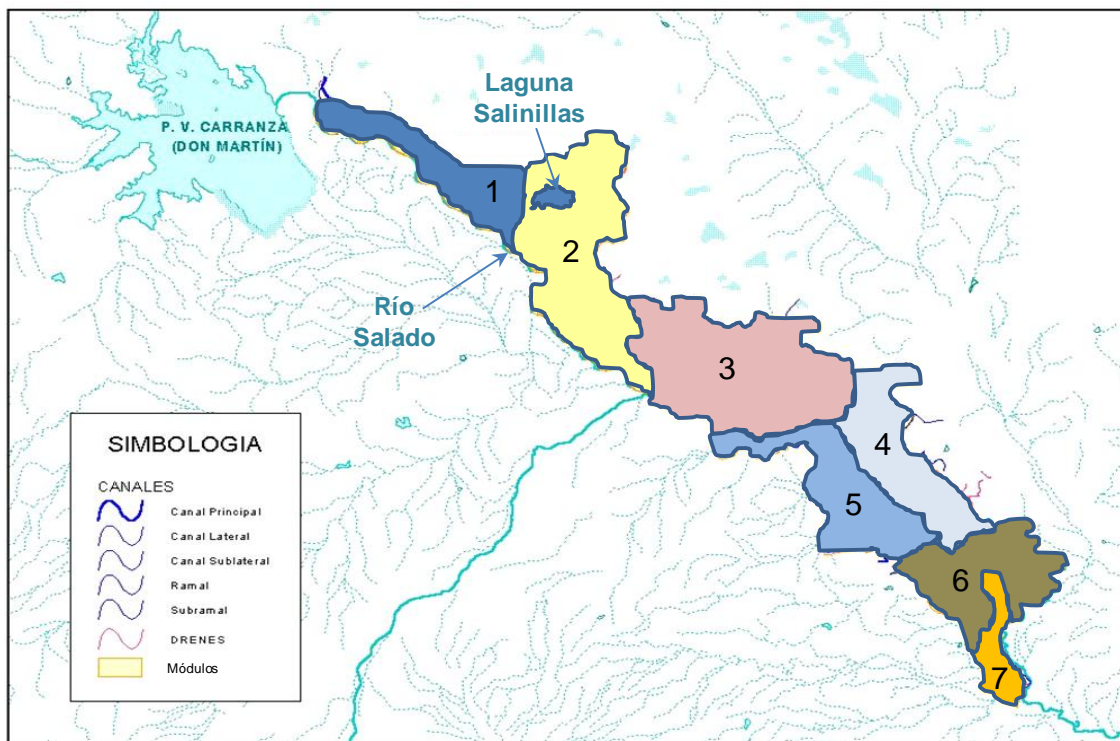
Cuadro 4.2. Superficie y número de usuarios por módulo en el DR 004 Don Martín.

Módulo	Superficie (ha)		Número de usuarios	Parcela media de riego (ha/usuario)
	Física	De riego		
1	2,463.2	1,867.2	98	19.1
2	7,594.8	5,557.2	309	18.0
3	6,159.8	4,462.9	262	17.0
4	10,867.5	7,027.4	320	22.0
5	6,057.0	4,678.4	238	19.7
6	5,263.0	4,524.4	250	18.1
7	1,498.0	1,498.0	222	6.7
Total	39,903.2	29,615.5	1,699	17.4

Fuente: padrón de usuarios del DR 004 (2001).

La superficie regada, en promedio en 75 años, es de 14,381 hectáreas, lo que significa un índice de aprovechamiento de superficie regada entre superficie de riego de 48%. Como se comentará más adelante, la situación de la sequía prolongada ocurrida en el período 1995-2005, ocasionó que únicamente se regara en el distrito en tres de los diez años agrícolas comprendidos en dicho período.

Figura 4.3. Módulos de riego del DR 004 Don Martín.



Fuente: CONAGUA (2007).

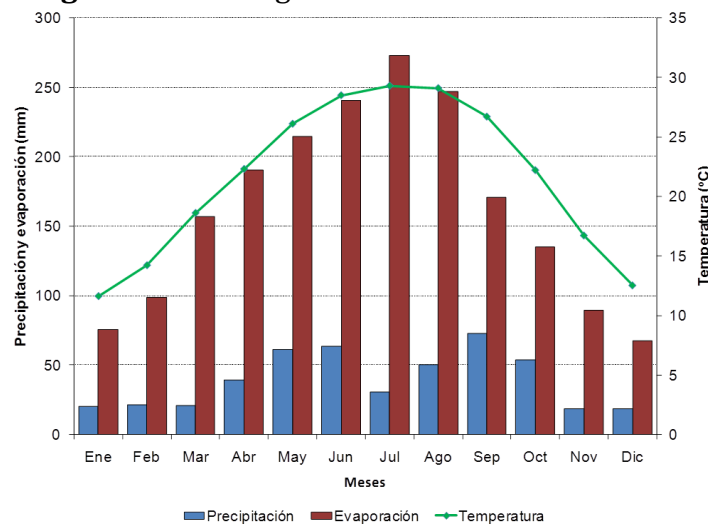
4.1.3. Recursos naturales

a) Clima

El tipo de clima predominante en el distrito, basado en el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por E. García, corresponde al tipo BS1 kw (w) (e), que es un clima semiseco, muy cálido y cálido, con lluvias en verano y un porcentaje de precipitación invernal menor que 5.

Según datos de la estación meteorológica Salinillas⁷³, ubicada cerca de la laguna del mismo nombre, la temperatura media anual es de 21.5°C; la temperatura media máxima es de 28.3°C siendo el mes de julio el más caluroso, y la media mínima es 14.7°C siendo el mes enero el más frío. La temperatura máxima extrema que se ha registrado en un día es de 46.5°C (el 14 de junio de 1998), y la mínima extrema es de -11.0°C (el 25 de diciembre de 1983).

Figura 4.4. Climograma del DR 004 Don Martín.



Fuente: elaboración propia con base en SMN (2011).

La precipitación media anual es de 471.2 mm siendo el mes de septiembre el más lluvioso con una media de 73.0 mm y el mes de diciembre el más seco con una media de 18.6 mm.

La lámina de evaporación media anual es 1,960 mm, siendo julio el de mayor evaporación con una media mensual de 273.1 mm y diciembre el de menor evaporación con 67.6 mm.

⁷³ SMN. 2011. Normales Climatológicas 1971-2000.

b) Suelos

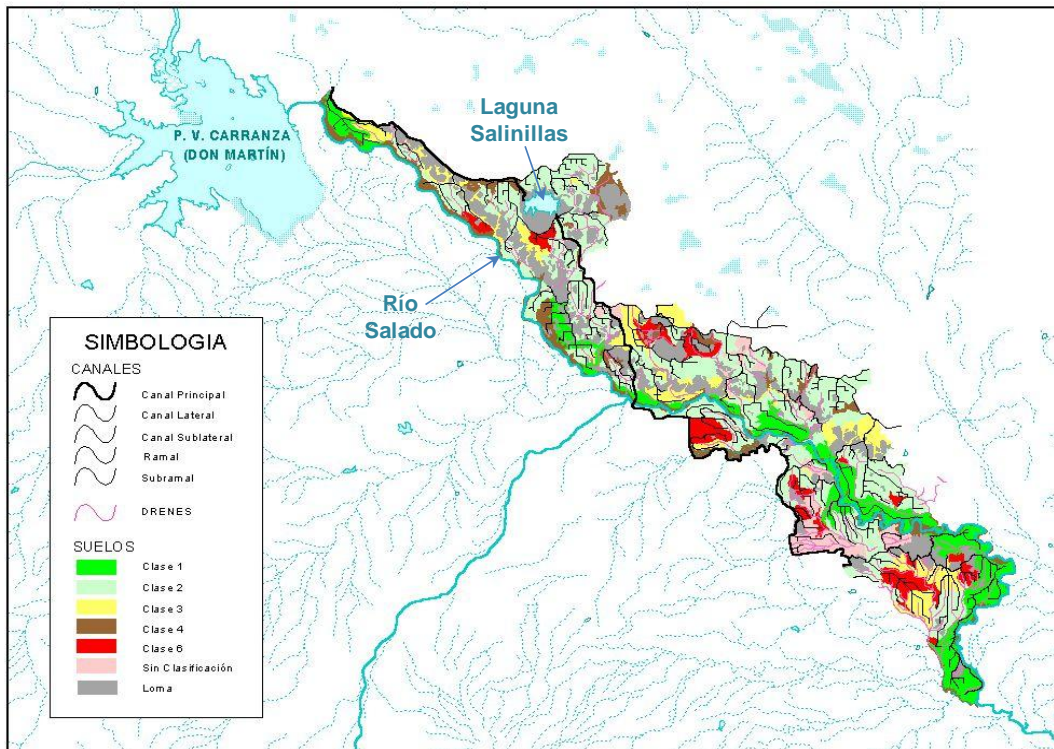
El último estudio agrológico realizado en el distrito fue en el año de 1994.⁷⁴ De acuerdo con los resultados presentados en dicho estudio, cerca del 66% de los suelos son de 1ª y 2ª clases y el resto son de 3ª, 4ª, 5ª y 6ª clases (Cuadro 4.3 y Figura 4.5), en donde las principales limitantes son: la textura fina, drenaje superficial lento, áreas con salinidad y/o sodicidad, lenta permeabilidad, y en menor proporción existe pedregosidad.

Cuadro 4.3. Clases de suelos presentes en el DR 004 Don Martín.

Clase de suelo	Superficie	
	ha	%
1ª	5,594	19
2ª	13,914	47
3ª	4,399	15
4ª	2,432	8
5ª y 6ª	3,266	11
Total	29,615	100

Fuente: Jefatura del DR 004 (2007).

Figura 4.5. Clases de suelos presentes en el DR 004 Don Martín.



Fuente: CONAGUA (2007).

⁷⁴ Como parte del Estudio de Factibilidad del Distrito de Riego 004 realizado por la CONAGUA.

Un porcentaje relativamente bajo de los suelos del distrito (14%) presentan algún grado de salinidad o sodicidad (Cuadro 4.4). Estas características son propias de suelos en zonas áridas.

Cuadro 4.4. Salinidad de suelos en el DR 004 Don Martín.

Clasificación	Superficie	
	ha	%
Normal	25,516	86
Salino	1,078	3
Salino sódico	2,938	10
Sódico	45	1
Total	29,577	100

Fuente: Jefatura del DR 004 (2007).

Las limitantes agrológicas no han sido un impedimento serio para que se lleve a cabo la actividad agrícola con una producción aceptable en todas las clases de suelos. Sin embargo, la restricción de agua sigue siendo la principal limitante para lograr una mejor producción.

Cabe hacer notar que una importante proporción de los terrenos que presentan mayores restricciones para la agricultura han sido abandonados, pero no por razones de la calidad de los suelos, sino por razones de poca capacidad económica o por desinterés de los agricultores. En muchos otros casos las parcelas con problemas de suelos se dedican a actividades pecuarias mediante pastoreo o a la siembra de pastizales o praderas.

c) Vegetación

La vegetación natural se encuentra fuertemente alterada por la influencia del ser humano y por el sobrepastoreo; la vegetación nativa de la zona ha sido sustituida por cultivos y únicamente se observan manchones de vegetación secundaria, principalmente de matorral espinoso, mezquiales, palma tamaulipeca, asociados a un matorral desértico micrófilo subinermes.

Dentro de los matorrales espinosos destacan los géneros de la familia de las leguminosas, como la *Acacia sp* y la *Acacia romeriana* que incluyen todas las especies de los “mezquites”. Existen otras familias significativas a las que pertenecen otras familias como las *Liláceas*, que incluyen a las especies de yucas, “lechuguillas” y las *cactáceas*.

También existen un sinnúmero de especies de pastos nativos o pastizales naturales que en su gran mayoría pertenecen a la familia de las *Poáceas*. Destacan los pastos de los géneros *Bouteloua*, *Aristida* e *Hilaria* así como los matorrales desérticos micrófilos de las mismas especies.

Figura 4.6. Ejemplos de la vegetación dominante en el DR 004.



Fotos: IANL (2011).

d) Recursos hidráulicos

El DR 004 pertenece a la Región Hidrológica No. 24 Río Bravo, integrada desde 1998 dentro de la Región Administrativa VI Río Bravo de la CONAGUA (actualmente Organismo de Cuenca Río Bravo), junto con la Región Hidrológica No. 34. El distrito se ubica dentro de la cuenca hidrológica de la Presa Falcón – Río Salado, la cual tiene una superficie de 46,001.62 km² dentro de Coahuila y 13,231.15 km² en el estado de Nuevo León.

La corriente superficial más importante que se localiza dentro del distrito es el río Salado (Figura 4.7); este río nace aproximadamente a 12 km al noreste del poblado de La Madrid en Coahuila. Se forma de dos corrientes que nacen en el mismo Estado, los ríos Nadadores y Sabinas, los cuales descargan sus aguas en la presa Venustiano Carranza. Posteriormente el río toma una dirección hacia el sureste, para seguir a Nuevo León. Sus aguas son las que abastecen al distrito a través de la presa Venustiano Carranza que almacena los escurrimientos correspondientes a un área de captación de 45,000 km².

Figura 4.7. Río Salado, municipio de Anáhuac, Nuevo León.



Foto: IANL (2011).

La calidad del agua que proviene del río Salado a través de la presa Venustiano Carranza se clasifica como C2 S1 (según la clasificación de Riverside), es decir, son aguas con salinidad media y poco sodio. En la mayoría de los casos se pueden sembrar plantas moderadamente tolerantes a las sales, sin necesidad de efectuar prácticas especiales para el control de la salinidad.

4.1.4. Infraestructura

En términos generales, la infraestructura hidroagrícola principal del distrito se compone de:

- 1 Presa de almacenamiento y un vaso de regulación que hace las funciones de una presa derivadora.
- 756 km de canales de riego (119.6 km de red principal y 636.7 km de red secundaria), de los cuales sólo 116.9 están revestidos.
- 3,908 estructuras de operación y control.
- 498.9 km de drenes (259 km de red principal y 239.9 km de red secundaria).
- 875.5 km de caminos (292 km revestidos de grava y 583.5 km sin revestir).

A continuación se presenta una breve descripción de la infraestructura hidroagrícola del Distrito.

- **Presa de Almacenamiento.** La principal fuente de abastecimiento del distrito la constituye la presa Venustiano Carranza. Esta presa se ubica sobre el río Salado, aproximadamente a 70 km al noreste de Ciudad Anáhuac, Nuevo León, en el municipio de Juárez, estado de Coahuila. Se construyó con el propósito de abastecer de agua al DR 004, así como para controlar las avenidas de los ríos Sabinas y Salado de Nadadores.

Su funcionamiento inició en el año de 1930, permitiendo la entrada de 850 Mm³, y su operación inició en 1931 con las extracciones de los primeros volúmenes de agua destinados a las zonas de riego. Su capacidad total de almacenamiento es de 1,385 Mm³, en tanto que el escurrimiento medio anual en el periodo 1930-2004 es de 526 Mm³.

Figura 4.8. Panorámicas de la Presa de almacenamiento Venustiano Carranza.



a) Cortina



b) Obra de toma

Fotos: IANL (2011).

- **Vaso de regulación.** La presa Venustiano Carranza abastece a la Laguna Salinillas, cuerpo de agua artificial que hace las veces de vaso regulador y de presa derivadora para enviar agua a la ciudad de Anáhuac. Su capacidad de almacenamiento es de 19.0 Mm³. De este punto se deriva agua a la continuación del canal principal y al canal Camarón.

Figura 4.9. Vaso de regulación Laguna de Salinillas, Nuevo León.



a) Vaso de la laguna

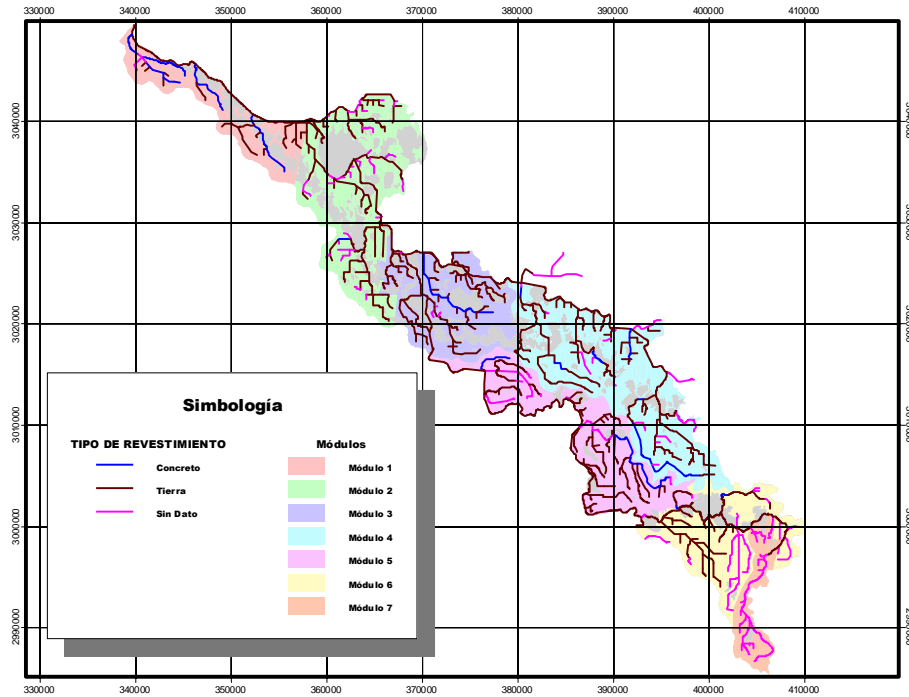


b) Presa derivadora

Fotos: IANL (2011).

- **Red de Conducción (red mayor de canales).** El Distrito en su conjunto cuenta con 756 km de canales de riego. Por lo que respecta a la red mayor de conducción, se cuenta con 91.86 km de longitud del canal principal y el canal lateral Camarón de 27.5 km de longitud. Ninguno de los canales de la red mayor tiene revestimiento (Figura 4.10).

Figura 4.10. Clasificación de canales por tipo de revestimiento en el DR 004 Don Martín.



Fuente: Jefatura del DR 004 (2007).

Figura 4.11. Canal principal del DR 004 Don Martín.



Foto: IANL (2011).

- **Red de distribución (red menor de canales).** La red menor de canales está conformada por 636 km de canales sublaterales y ramales de los cuales únicamente 116.9 km están revestidos, esto equivale únicamente al 20% de la longitud total de los canales de la red menor.

Figura 4.12. Canal sublateral en el DR 004 Don Martín.



Foto: IANL (2011).

- **Estructuras de control y medición.** Existen inventariadas, 3,908 estructuras de operación y de aforo sobre los canales.

Figura 4.13. Estructuras de control y medición del agua en el DR 004 Don Martín.



Fotos: IANL (2011).

- **Red de caminos (Operación y Servicio).** La red de caminos la conforman 292.0 km de caminos revestidos con grava y 583.5 sin revestir para dar un total de 875.5 km de caminos.
- **Red de drenaje superficial (red mayor y menor).** La red de drenaje está compuesta por 259.0 km de drenes principales, y 239.9 km de drenes secundarios, para totalizar 498.9 km (No se tiene registro de drenaje parcelario).

En cuanto al estado y condición física de la infraestructura, se tienen problemas importantes de conservación que repercuten directamente en la eficiencia de conducción y aplicación del agua; en términos generales, en el aprovechamiento del vital líquido. De acuerdo con un estudio realizado con la metodología de Ingeniería de Riego y Drenaje (IDRYD) del distrito, los principales problemas identificados son los siguientes:

- En la red mayor existen filtraciones que provocan considerables pérdidas de conducción, entre un 25% y 35%. El diagnóstico del estado de la infraestructura indica que se requiere rehabilitación. El canal principal y el lateral Camarón operan con poca eficiencia y elevadas pérdidas.
- En lo referente a la conservación de los canales de la red mayor: en general presentan la cubeta azolvada y requieren deshierbes, limpieza de plantas acuáticas (el junco es una plaga importante presente) y reparación de estructuras.

Figura 4.14. Canales con invasión de hierbas en el DR 004 Don Martín.



Fotos: IANL (2011).

- En cuanto a la red menor de canales, los principales problemas detectados en los canales revestidos son que muchos tramos presentan fracturas en las losas y acumulación de azolves, otros tramos se encuentran invadidos por hierbas y por plantas acuáticas. Los canales revestidos en un 69% de los casos, presentan problemas que requieren rehabilitación o reposición de losas. La clasificación de canales indica que en la mayor parte de los revestidos, las pérdidas de conducción son menores de 20%.
- El diagnóstico referido refleja que el 71% de los canales en tierra se encuentran en malas condiciones. De acuerdo a la clasificación presentada en el reporte, el principal problema detectado (en el 95% de los casos) es filtración por estar construidos en tierra, y la mayoría se clasifica, de acuerdo al

criterio que se señala en dicha clasificación, con pérdidas de conducción entre un 25% y 35%.

- En términos generales, en la red menor se requiere más conservación normal que rehabilitación, si bien en muchos casos existen canales que no operan desde hace varios años. Existen problemas de azolve e invasión de hierbas y plantas, al igual que problemas de erosión en los bordos.
- Por lo que se refiere a las represas, el 95% presentan agujas de madera, por lo que la eficiencia de operación no es buena. El 5% restante se conforma por represas de compuertas deslizantes, principalmente colocadas sobre los canales revestidos.
- La mayoría de las estructuras de la redes de riego, requieren reparación o ser sustituidas. Se necesita la rehabilitación de compuertas radiales deslizantes y tipo Miller, sustitución de juntas, sistemas eléctricos y en varios casos, sustitución de tomas laterales y tomas granja. Los problemas detectados afectan la medición de caudales en los puntos de entrega y retrasos en el suministro de agua a los usuarios.

4.1.5. Producción agrícola y factores que influyen en la producción

Los principales cultivos que se han sembrado históricamente en el distrito no han sido muy variados; destacan principalmente: maíz grano, sorgo grano y sorgo forrajero, así como trigo grano, en el ciclo otoño-invierno, y pastos (*búffel*) en los perennes. En los últimos tres años no se han establecido cultivos de primavera-verano. En el año agrícola 2009-2010, se sembraron un total de 10,108 hectáreas y se obtuvo un valor de la producción de \$154 millones de pesos (Cuadro 4.5), destacando el cultivo de pastos con una aportación del 67.0% del valor de la producción.

Cuadro 4.5. Producción agrícola por cultivo en el DR 004 (2010).

Ciclo/Cultivo	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Prod. (ton)	Rend. (ton/ha)	Valor producción (miles \$)
Otoño-invierno					
Maíz grano	609	609	2,482	4.0	5,709
Hortalizas	23	23	812	35.3	2,923
Sorgo escobero	125	125	319	2.5	1,885
Sorgo forrajero	230	230	4,958	21.5	7,437
Sorgo grano	4,339	4,339	18,216	4.2	32,788
Trigo grano	2,726	2,726	10,810	3.9	26,721
Perennes					
Pastos (<i>Búffel</i>)	2,056	2,056	68,872	33.4	103,308
Total	10,108	10,108			154,050

Fuente: CONAGUA-GDR (2011).

Figura 4.15. Cultivo de pastos y sorgo en el DR 004 Don Martín.



Fotos: IANL (2011).

Como se mencionó anteriormente, el DR 004 tiene una superficie regable total de 29,615 hectáreas, de las cuales se calcula que existen alrededor de 4,000 hectáreas sin actividad agrícola (tierras abandonadas y enmontadas); además, se estima que alrededor de 15,000 hectáreas –que equivalen a un poco más de la mitad de la superficie de riego– están dedicadas a la ganadería en pastoreo, en pequeña y mediana escala, con pastos nativos. Existe una pequeña proporción de parcelas con problemas de salinidad y otra más ocupada por las escuelas rurales. La superficie dedicada a la ganadería cuenta con agua de pozos, registrados exclusivamente para uso de abrevadero, con niveles de extracción mínimos.

Figura 4.16. Parcelas abandonadas o dedicadas al pastoreo en el DR 004 Don Martín.

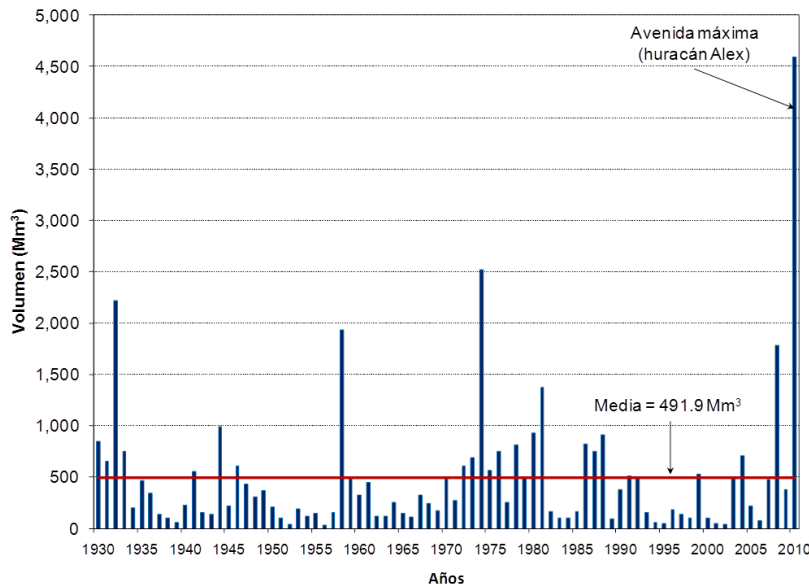


Fotos: IANL (2011).

Por las características climáticas de la región donde se ubica el distrito de riego, se presenta con frecuencia el fenómeno de la sequía. Este fenómeno regional ha afectado particularmente la actividad agrícola de varios distritos de riego del norte del país, y en particular ha tenido un fuerte impacto negativo en el DR 004. Desde el inicio de la operación de la presa Venustiano Carranza (1930) se ha observado que los

escurrimientos de la cuenca que la alimentan tienen un comportamiento errático (Figura 4.17), no siendo posible calcular con certeza la ocurrencia del fenómeno de sequía que impacta con regularidad al distrito.

Figura 4.17. Registro de aportaciones históricas de agua a la presa Venustiano Carranza (1930-2010).

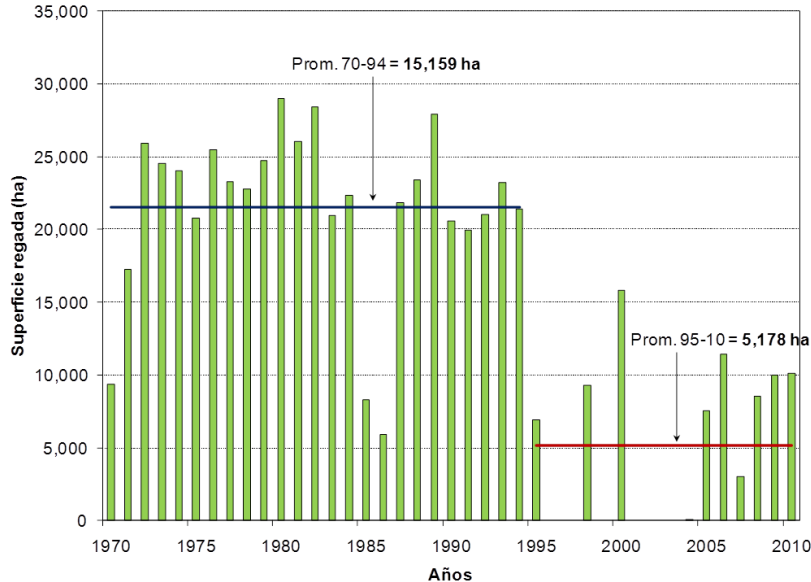


Fuente: elaboración propia con información de CONAGUA-GDR (2011).

El promedio de las aportaciones históricas de agua de la presa (1930-2010) es de 491.9 Mm³ al año, pero antes de la ocurrencia del huracán Alex en el año 2010 dicho promedio era de 440.7 Mm³. Este huracán ocasionó una aportación anual máxima histórica de 4,589.8 Mm³, lo cual es totalmente atípico en la cuenca, pues de los 81 años de registro que se tienen, solamente en 28 de ellos (38.8%) se han registrado aportaciones superiores a la media anual, mientras que en los restantes 53 años (61.2%) las aportaciones han sido inferiores a la media.

Así, debido a los problemas recurrentes de sequía y a la baja disponibilidad de agua, en la historia del distrito de riego (1930-2005) se han sembrado en promedio únicamente 14,381 hectáreas por año, lo cual significa un índice de aprovechamiento de la tierra de 48.5%. La Figura 4.18 muestra la superficie regada en el período 1970-2010. Se observa con claridad la gravedad de la situación de la sequía en los últimos años, ya que en el período de 1995-2005 únicamente se regó en tres años agrícolas (1995, 1998 y 2000), y en los siete años restantes no se establecieron cultivos de riego.

Figura 4.18. Superficie regada en el DR 004 Don Martín (1970-2010).



Fuente: elaboración propia con información de COANGUA-GDR (2011).

Si bien a lo largo de la historia de la operación del distrito se han presentado condiciones extremas de sequía, quizá el último período ha sido el más severo y prolongado del cual se tiene registro.⁷⁵ Ello exige realizar una reflexión sobre la conveniencia de redimensionar el distrito, acorde a una disponibilidad “sustentable” de agua en la cuenca y en la presa.

Con la evidencia que ofrece la condición de sequía recurrente y con el crecimiento futuro de la demanda para usos urbanos, es necesario crear las condiciones para poder ofrecer a los usuarios una seguridad en la producción agrícola. Condiciones que permitirán plantear un escenario de más largo plazo para la rehabilitación y modernización del distrito que permitan su consolidación.

4.1.6. Eficiencia en el uso del agua

Con base en los registros de volúmenes de agua utilizados que se reportan en los Informes Mensuales de Distribución de Aguas del distrito (1985-2005, sin incluir los años en los que no hubo riego), se estima que la eficiencia promedio de conducción de la red mayor y menor es del orden de 43% (Cuadro 4.6). Ello indica que por cada 100 Mm³ de agua que se extraen de la presa de almacenamiento, se pierden en la red de conducción 57 Mm³.

⁷⁵ Ortega-Gaucin, D. 2006. Análisis de las Sequías Hidrológicas en la Cuenca del Río Bravo.

Cuadro 4.6. Eficiencias y pérdidas de agua en el DR 004 Don Martín.

Año agrícola	Volumen Bruto (Mm ³)		Volumen Neto (Mm ³)	Eficiencias (%)			Volumen perdido total (Mm ³)
	Presa	Puntos de Control	Entregado a Usuarios	Presa a P.C.	P.C. a Usuarios	Total	
1985-86	83.4	62.7	31.4	75.1	50.1	37.7	52.0
1986-87	193.5	144.6	84.3	74.7	58.2	43.5	109.1
1987-88	314.2	262.3	152.6	83.4	58.1	48.5	161.5
1988-89	438.8	357.8	191.3	81.5	53.4	43.5	247.5
1989-90	312.9	264.4	122.3	84.4	46.2	39.0	190.6
1990-91	295.8	234.7	127.8	79.3	54.4	43.2	168.0
1991-92	270.7	220.9	115.8	81.6	52.4	42.7	154.9
1992-93	314.8	254.5	148.1	80.8	58.2	47.0	166.6
1993-94	317.8	247.7	140.8	77.9	56.8	44.3	176.9
1994-95	111.2	86.7	42.0	77.9	48.5	37.8	69.1
1997-98	41.0	35.4	14.9	86.4	42.0	36.2	26.1
1999-00	210.8	141.2	84.9	66.9	60.1	40.2	125.9
2004-05	142.2	92.0	52.1	64.7	56.6	36.6	90.0
Promedio	224.8	176.9	96.6	78.7	54.6	42.9	128.20

Fuente: elaboración propia con base en los Informes de Distribución de Aguas del DR 004.

El volumen promedio extraído para uso agrícola es 224.8 Mm³, por lo que las pérdidas promedio en volumen a través de la red de conducción y distribución son de alrededor de 128.2 Mm³ anuales. Este valor equivale a más de la mitad del volumen medio aprovechado para uso agrícola anualmente (112.4 Mm³), lo que es cuantioso dadas las condiciones de disponibilidad de agua.

Lo anterior obliga a tomar medidas para mitigar el desperdicio y el bajo aprovechamiento del recurso, mediante acciones de modernización y rehabilitación en la red de conducción.

Por otra parte, no se están contemplando las pérdidas que ocurren por la aplicación del riego a nivel parcelario, lo que implica un volumen adicional. Si se considera que la mayor parte del riego parcelario se efectúa por gravedad, significa que no se alcanzan eficiencias de aplicación parcelaria mayores al 60%. Si esto es cierto la eficiencia global del distrito no es mayor a 30%; cifra que concuerda con las eficiencias medias de muchos de los distritos poco tecnificados.

Además de lo anterior, se puede mencionar que no existe un sistema de medición precisa de la entrega del agua a los usuarios. Aún existe el cobro por hectárea de riego, y es difícil precisar el volumen entregado realmente a cada usuario.

Si bien se han acuatizado las cuotas por servicio de riego a partir de la transferencia, se estima que la cuota pagada actualmente no alcanza a cubrir los costos de operación, mantenimiento y administración al 100%. Debido a la falta de riego en los últimos años este problema puede ocasionar una repercusión en el nivel de inversión que se pueda lograr.

Actualmente se está desarrollando un proyecto de entubamiento de un corto tramo de la red menor. Proyecto que se ha llevado a cabo en coinversión, CONAGUA-productores. Este proyecto servirá como un piloto que demostrará el efecto de una mejora en la eficiencia de conducción.

4.1.7. Principales problemas

Aunque ya se ha mencionado algunos de los principales problemas existentes en el DR 004 en relación con el manejo del agua, a continuación se presenta un resumen de la problemática detectada en el presente diagnóstico y en estudios que se han hecho anteriormente⁷⁶:

La situación en el DR 004 se ha complicado en los últimos 15 años debido a la baja disponibilidad del agua, constituyéndose este factor en la causa principal de la baja intensidad de uso de la tierra y en consecuencia en niveles bajos de producción, registrándose incluso el abandono en algunas tierras de cultivo.

El diseño original de los sistemas de riego y las condiciones actuales de la infraestructura hidroagrícola, agudizan la problemática expuesta y contribuyen directamente en el inadecuado manejo del volumen asignado y en las bajas eficiencias.

Así, desde el punto de vista de la disponibilidad de agua se tiene que:

- Los escurrimientos de la cuenca que alimenta a la presa Venustiano Carranza tienen un comportamiento errático, con años secos cuyas aportaciones de agua son muy inferiores al promedio registrado en 80 años, y en algunos años son abundantes –debido principalmente a la influencia de fenómenos meteorológicos extremos como son los huracanes–.
- Con las eficiencias medias anuales de conducción de agua sólo se aprovecha un volumen efectivo de alrededor de 71 Mm³, con el cual sólo sería posible asegurar un riego efectivo para la media de los cultivos en 15,000 hectáreas.
- De acuerdo con el balance histórico, debido a los años recurrentes con sequía y debido a las bajas eficiencias de conducción, sólo se aprovecha efectivamente un 15% de las entradas medias al sistema para riego y agua potable.

Ahora bien, con respecto al estado actual de la infraestructura y los factores que influyen en la operación del distrito de riego se tiene:

⁷⁶ CONAGUA-UACH. 2008. Plan Director para la Modernización ... *Ibíd.*

- La infraestructura está en mal estado y en muchos casos está subutilizada debido al abandono de las parcelas.
- Se requiere realizar inversión en infraestructura de medición y control del agua.
- Los usuarios del distrito se encuentran descapitalizados debido a las bajas en la producción por la ocurrencia de sequías.
- Se tiene una baja relación beneficio-costos de los cultivos establecidos.
- Hay poco interés de muchos usuarios para retornar a su actividad productiva y mejorar su situación económica.
- La maquinaria que se tiene en el distrito es obsoleta.
- Se tiene muy baja eficiencia en el uso del agua debido a la mala conservación de la red de conducción y distribución.
- Existe falta de capacitación y asistencia técnica para los productores del distrito.

4.1.8. Posibles soluciones a la problemática planteada

Con base en lo expresado en el inciso anterior, es imperioso impulsar acciones encaminadas a promover el uso y aprovechamiento eficiente del agua en la actividad agrícola, mediante la renovación de los sistemas de riego, es decir, intervenir positivamente para incrementar sustancialmente la eficiencia en la conducción, distribución y aplicación parcelaria mediante la modernización de la infraestructura, que permitan garantizar mayor productividad del agua por unidad de superficie.

Por ello, el DR 004 ha sido objeto de la atención de la CONAGUA, pues es preocupante la situación por la que han atravesado los usuarios del mismo en los últimos años. La CONAGUA, en coordinación con la Corporación para el Desarrollo Agropecuario del Estado de Nuevo León (CDANL) y la SAGARPA, han llevado a cabo estudios⁷⁷ recientemente que han tenido como objetivo proponer las mejores opciones para lograr el mejor aprovechamiento del agua disponible, precisamente para evitar que en el futuro existan conflictos sociales por el recurso y por el deterioro económico que puede sufrir la región al no contar con agua para regar por periodos prolongados, pues en los últimos años el impacto social que ha ocasionado la falta de agua ha sido considerable.

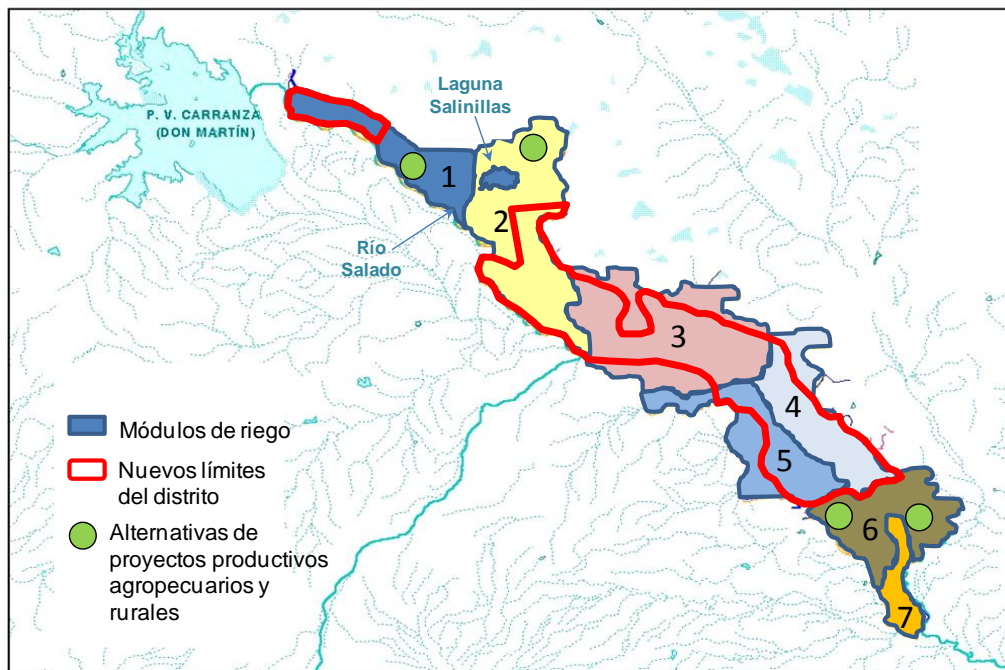
A partir de los estudios que se han realizado, se determinó que el volumen de uso sustentable para garantizar la disponibilidad permanente de agua para riego de la presa es de 146.2 Mm³ al año. Este volumen representa solamente el 55.3% del volumen total concesionado actualmente que es de 264 Mm³. El volumen sustentable es un indicador verdadero de la capacidad auténtica que se tiene en el distrito en términos de superficie regable si la exigencia es cubrir las necesidades efectivas de agua de los cultivos con la finalidad de lograr la mayor capacidad productiva, para

⁷⁷ CONAGUA-UACH. 2008. Plan Director para la Modernización Integral del Distrito de Riego 004 Don Martín.

realizar una agricultura rentable; para quien invierte directamente en ello, es decir, los productores; y para quienes subsidian esta actividad, que es la sociedad en general. Ya establecido un volumen sustentable se deja entrever que la superficie de riego sustentable, dadas las características de aprovechamiento y operación y dadas las condiciones actuales de la infraestructura que inciden directamente en la eficiencia de conducción y aplicación que prevalecen, no es la que se tiene registrada oficialmente, y tampoco es la media histórica.

Con base en lo anterior y con fundamento en el Plan Director Nacional desarrollado por la CONAGUA para lograr la sustentabilidad de la actividad agrícola en los distritos de riego, se realizó una propuesta de redimensionamiento y modernización del Distrito de Riego 004 Don Martín.⁷⁸ Este proyecto tiene como objetivo reactivar la operación del distrito, mediante un redimensionamiento de sus 29,615 hectáreas, para garantizar en forma permanente el riego en 14,800 hectáreas (es decir, aproximadamente la mitad de la superficie del distrito quedará sin derecho de riego); y mediante la modernización integral de la infraestructura y equipos del distrito para eficientizar la distribución y el uso de agua para riego. Además, el proyecto tiene la finalidad de dar viabilidad a la actividad agrícola en el norte del estado de Nuevo León mediante la siembra de cultivos de alta demanda y atractiva rentabilidad (hortalizas), generando 10 mil empleos permanentes y 700 eventuales que impacten en la economía de la región, frenada en la actualidad por el abandono de tierras.

Figura 4.19. Proyecto de redimensionamiento de los módulos del DR 004 Don Martín.



Fuente: CONAGUA / SAGARPA / CDANL (2010).

⁷⁸ CONAGUA / SAGARPA / CDANL. 2010. Proyecto de Redimensionamiento y Modernización del Distrito de Riego 004 Don Martín.

El volumen sustentable cubre los requerimientos de agua potable de la población de Ciudad Anáhuac, y está contemplado que el abasto a la ciudad es prioritario. Actualmente se deriva a la ciudad un volumen calculado entre 5 y 3.2 Mm³ al año a través de la Laguna Salinillas, de los 190.6 Mm³ que se extraen en promedio de la presa al año.

Con las diferentes propuestas y componentes de tecnificación del riego que se han contemplado para cada uno de los diferentes módulos que integran este Distrito, se estima la recuperación de volúmenes de agua y un consecuente incremento de la eficiencia de conducción y de aplicación. El volumen rescatado será destinado al riego para cubrir los requerimientos efectivos de agua de los cultivos en una superficie definida por el volumen sustentable calculado; es decir, la superficie sustentable.

En términos generales, las acciones contempladas en el plan de modernización comprenden entre otros, los siguientes conceptos y fines específicos:

- Mejorar las condiciones y características de la infraestructura hidroagrícola mediante su rehabilitación y/o modernización.
- Recuperar volúmenes de agua empleados en el riego y mejorar la eficiencia de conducción del agua y aplicación del riego en las parcelas.
- Incrementar la oportunidad, la frecuencia y el número de riegos con los volúmenes de agua que dejen de perderse.
- Incrementar la productividad de los principales cultivos mediante la aplicación de mayor número de riegos y la búsqueda continua del mejoramiento del paquete tecnológico empleado.
- Capacitar a los representantes de las Asociaciones Civiles de Usuarios en distintos temas técnicos.
- Mejorar las condiciones de vida de los usuarios. Aumentar la productividad del DR 004, a partir del incremento de la eficiencia de conducción y de aplicación del agua.
- Implementar el pago volumétrico del agua.
- Valorar el papel que han desempeñado las Asociaciones Civiles a cargo del manejo y administración del distrito, así como sus necesidades y potencialidades para poder llevar a cabo sus funciones de una manera más eficiente.

Con los anteriores objetivos planteados se espera que mejore sustancialmente el aprovechamiento del agua en las parcelas para regar en las cantidades y con la frecuencia requerida por los cultivos, lo cual redundará en que produzcan su potencial máximo de rendimiento. Por tanto, es necesario tratar de incidir, mediante acciones precisas y propuestas para lograr un mejor aprovechamiento del agua ante un contexto de bajo aprovechamiento del recurso.

Figura 4.20. Obras de modernización (entubamiento de regaderas) en el módulo 4 del DR 004 Don Martín.



Fotos: IANL (2011).

Ante esa situación se exige, para garantizar la viabilidad de las acciones proyectadas, que se ejecuten una serie de acciones no estructurales conjuntamente con las acciones estructurales, que coadyuven en la obtención de los resultados esperados. Dentro de esas acciones se tienen programas de asistencia técnica para fortalecer los aspectos de producción y programas de capacitación que contribuyan en el fortalecimiento de las asociaciones de usuarios en el desarrollo organizacional y acciones que fortalezcan tanto la gestión integral del agua, como la medición verosímil de las entregas.

Las metas planteadas tienen su origen en la problemática específica de cada Módulo, no obstante éstas convergen en las de mayor peso, que son:

- Mejorar la eficiencia de operación actual cuyos parámetros fluctúan del 35 al 40%. Incrementándola en el largo plazo a valores alrededor del 55%.
- Recuperar en el largo plazo por esta condición un volumen mayor a 40 Mm³.
- Sostener el número de riegos a promedios de 3.5 a 4 riegos por cultivo pero con mayor aprovechamiento (eficiencia).
- Consolidar un parque de maquinaria acorde a las necesidades propias de los módulos que la integran.
- Iniciar un proceso de reconversión de cultivos orientado a la obtención de la mayor rentabilidad posible.
- Fortalecer las alianzas comerciales y establecer nuevos canales de comercialización.
- Consolidar metódica y sistemáticamente el programa de capacitación técnica-administrativa acorde a los nuevos sistemas y prácticas de riego.

De forma conservadora se proponen incrementos en la productividad y en los rendimientos, como resultado de las acciones de tecnificación del riego parcelario y de suministrar el agua necesaria para cubrir los requerimientos efectivos de los cultivos, que también se han observado de forma viable. Los incrementos en rendimientos propuestos se encuentran dentro de los rangos de rendimientos potenciales de

cultivos regados que se han observado históricamente en el distrito dentro de los últimos veinte años.

4.1.9. Oportunidades de investigación aplicada

La difícil situación por la que han atravesado los agricultores del distrito, derivada de la escasez de agua, ha provocado que los productores hayan implantado métodos y prácticas agronómicas orientadas a lograr el mayor aprovechamiento de la humedad; si bien esas prácticas no son para mejorar la productividad de los cultivos tradicionales (maíz, sorgo, trigo, cártamo), sino para procurar el máximo sostenimiento de las plantas.

La baja productividad es un factor que impacta directamente a la capacidad económica del agricultor, promoviendo una suerte de “círculo vicioso”; donde el productor se ve en la necesidad de minimizar los costos de producción, pues los márgenes de ingresos que se logran permiten escasamente solventar estos últimos. Por lo tanto el agricultor recurre a suprimir la aplicación de fertilizantes o plaguicidas o labores culturales, de tal forma que minimizando los costos pueden llevar a cabo una agricultura accesible económicamente para ellos. Desde luego que ese sistema se refleja en la productividad.

En el distrito se está fomentando el empleo de técnicas de producción que reducen sustancialmente los requerimientos de humedad, tales como labranza de conservación. Asimismo, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha realizado proyectos de investigación en el distrito sobre el uso de sistemas de riego presurizados (aspersión, principalmente), o sistemas de riego por gravedad más modernos (como son las tuberías multicompuertas).

No obstante, no se ha incursionado de forma extensiva en los métodos conocidos como “agricultura protegida” (acolchado, uso de túneles de plástico e invernaderos) debido principalmente a que estas técnicas son apropiadas para el cultivo de hortalizas, pero éstas últimas se han sembrado en el distrito sólo marginalmente a pesar de que el mercado no sea problema (debido a la cercanía con Estados Unidos y otras ciudades importantes como Monterrey y el Área Metropolitana).

El patrón actual de cultivos se establece en el distrito en función del mercado local y regional, con un especial arraigo en la actividad pecuaria. Sin embargo, es factible implementar la producción de hortalizas en la medida en que se avance en las acciones de apoyo a la comercialización y en el acceso a mercados, complementadas con acciones de investigación y desarrollo tecnológico.

De lo anterior se deriva precisamente una de las líneas importantes de investigación orientadas a incrementar la eficiencia en el uso del agua y mejorar la productividad agrícola: la reconversión productiva a través de la utilización de técnicas de agricultura protegida, principalmente mediante el uso de invernaderos. Esta técnica

representa una excelente alternativa para la producción agrícola intensiva, debido a que permiten obtener grandes cantidades de producción en poco tiempo y con menores volúmenes de agua, en comparación con la agricultura a campo abierto.

Figura 4.21. Agricultura protegida: una opción para la reconversión productiva en el DR 004 Don Martín.



Foto: IANL (2011).

Los invernaderos, además de ofrecer protección contra las condiciones adversas del clima, proporcionan mayores rendimientos y mejor calidad en la producción; asimismo, contribuyen a reducir considerablemente las pérdidas de agua por evapotranspiración –por evaporación del suelo y la transpiración de las plantas– al proporcionar una protección contra el viento y la radiación solar. Aunado a lo anterior, los sistemas modernos de producción agrícola son de suma importancia desde el punto de vista ecológico ya que, además de hacer un uso racional del agua, reducen en gran medida la utilización de agroquímicos y pesticidas tóxicos que dañan el ambiente, los mantos acuíferos y la salud humana.⁷⁹

Por lo anterior, es imprescindible profundizar en este tema y llevar a cabo proyectos de investigación mediante la instalación de invernaderos piloto en el área del distrito, de tal manera que sea posible demostrar la viabilidad de la producción bajo este sistema y los beneficios potenciales que se obtienen de la reconversión productiva al introducir cultivos más redituables que los tradicionales.

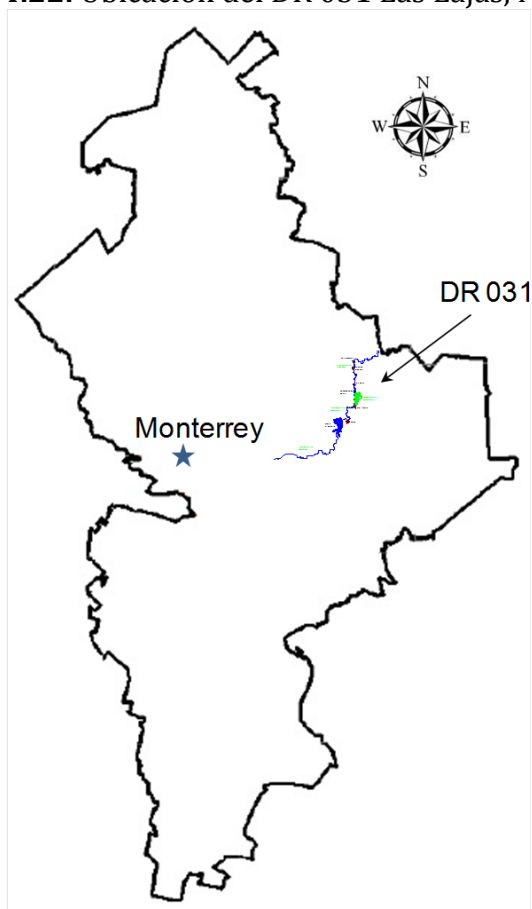
⁷⁹ Garza A., M. y Molina V., M. 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el estado de Nuevo León.

4.2. Distrito de riego 031 Las Lajas

4.2.1. Ubicación geográfica

El distrito de riego 031 Las Lajas (DR 031) se encuentra ubicado en los municipios de General Bravo, Ramones, General Terán, China, Dr. Coss y Los Aldamas, estado de Nuevo León (Figura 4.22), contando con superficies de riego por gravedad y de bombeos directos del río San Juan.

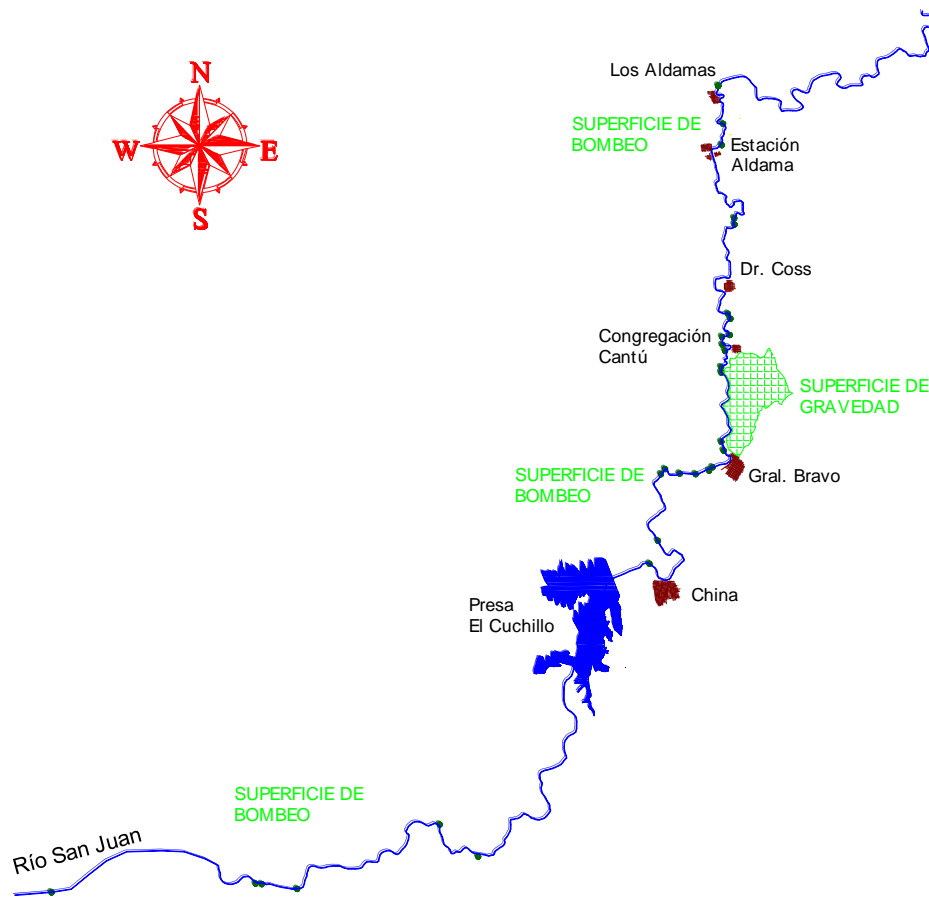
Figura 4.22. Ubicación del DR 031 Las Lajas, Nuevo León.



Fuente: adaptado de CONAGUA (2007).

La superficie dominada del distrito es de 4,059 hectáreas, de las cuales se tiene como superficie regable 3,852 hectáreas con 202 usuarios; 2,044 hectáreas son de riego por gravedad y las restantes 1,808 se riegan mediante bombeos directos del río San Juan en ambas márgenes del río (Figura 4.23).

Figura 4.23. Croquis del DR 031 Las Lajas.



Fuente: CONAGUA / UACH (2007).

4.2.2. Antecedentes, organización y funcionamiento

El distrito se constituyó por Acuerdo Presidencial de fecha 20 de junio de 1945, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 15 de septiembre del mismo año, en donde señala que queda constituido el Distrito Nacional de Riego de Las Lajas, en el Estado de Nuevo León, con los límites siguientes:

Al norte, la margen izquierda del río San Juan; al oriente, una línea a 50 metros de distancia sobre la margen derecha y paralela al eje del dren Coss Cantú desde su desembocadura en el río San Juan, hasta el punto donde su prolongación corta el canal principal de La Loma; a continuación una línea a 50 metros de distancia sobre la margen derecha y paralela al eje del canal principal de La Loma desde el extremo de la línea anteriormente señalada, hasta el paralelo norte 6 de la cuadrícula del distrito; al sur, el paralelo antes mencionado, desde el punto anterior, hasta la margen izquierda del río San Juan; al poniente, la margen izquierda del río San Juan. Igualmente forman parte del distrito la zona limitada por el paralelo norte 6: una línea a 50 metros de distancia de distancia, sobre la margen derecha y paralela al eje del canal principal de

La Loma, desde el paralelo anterior hasta la presa de derivación Las Lajas; la presa de derivación Las Lajas; y la margen izquierda del Río San Juan.⁸⁰

El distrito comenzó su operación en el año de 1947 y desde su creación hasta 1992, la operación, conservación y administración del mismo estuvo a cargo del gobierno federal a través de sus diferentes dependencias oficiales. Fue hasta el 29 de mayo de 1992, que se transfiere la operación, conservación y administración de la red menor del distrito a los usuarios organizados en una Asociación Civil que integran un módulo de riego único, lo anterior dado en el marco del Plan Nacional de Desarrollo (1988-1994) y del Programa de Modernización del Campo.

Actualmente es la denominada “Asociación de Agricultores del Distrito de Riego las Lajas, A.C.” la concesionaria de los volúmenes de agua para riego y se encarga de operar, conservar y administrar las obras de la red menor de canales e infraestructura correspondiente a drenes, caminos, estructuras, instalaciones y maquinaria; además de recibir el agua para riego en el punto de control establecido por la CONAGUA, que se refiere a la salida de la presa derivadora Las Lajas o cadenamiento 0+000 del canal principal, para distribuirla entre los usuarios con derecho a riego y que estén al corriente en sus obligaciones.

La CONAGUA continúa siendo la autoridad del distrito descentralizado y tiene a su cargo la operación, conservación, mantenimiento y administración de las obras de cabeza (presa de almacenamiento El Cuchillo y presa derivadora Las Lajas).

4.2.3. Recursos naturales

a) *Clima*

En el área del distrito existen dos tipos de climas de acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por E. García.⁸¹ El primero que se refiere al tipo BS1(h')h'x', que corresponde a un clima semiseco muy cálido y cálido, cubriendo la mayor parte de la superficie del distrito y de los municipios de China, General Bravo, Dr. Coss y Los Aldamas. Es un clima seco, el menos seco de los BS con lluvias escasas todo el año, con una temperatura media anual mayor de 22°C, la temperatura del mes más frío de 18°C, un régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno, un porcentaje de lluvias invernales mayor de 18% y una oscilación térmica mensual menor de 5°C.

El segundo tipo de clima existente en el distrito, de menos superficie, es el (A)Cx' que pertenece a los tipos semicálidos subhúmedos con lluvias escasas todo el año, una temperatura media anual mayor a 18°C y un porcentaje de lluvia invernal mayor al

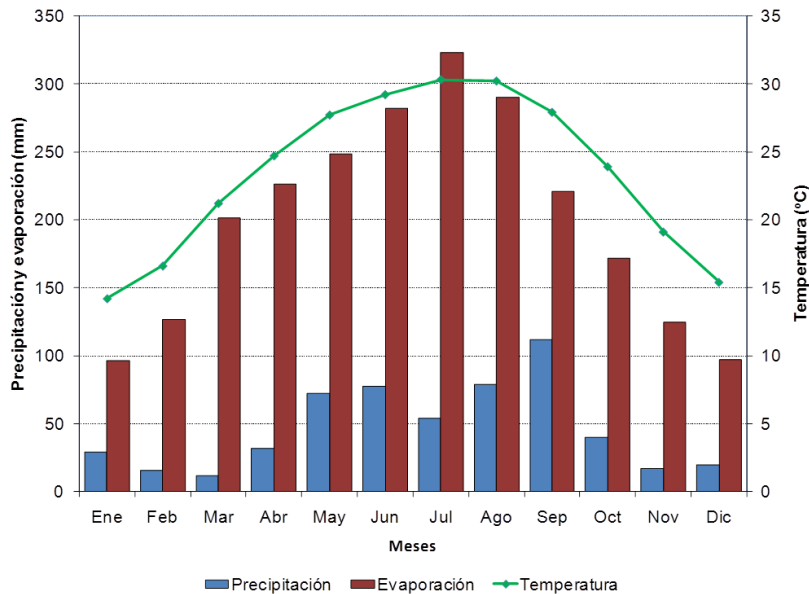
⁸⁰ CONAGUA. 2001. Proyecto de Reglamento del Distrito de Riego 031 Las Lajas.

⁸¹ INEGI. Carta de climas Esc. 1:1 000 000

5%. Este tipo de clima se presenta en la totalidad de los municipios de Los Ramones, Cadereyta y General Terán.

Si se considera la estación meteorológica El Cuchillo (ubicada en la presa del mismo nombre) como representativa del distrito, la temperatura media anual en el mismo es de 23.4°C; la temperatura media máxima es de 30.1°C siendo el mes de julio el más caluroso, y la media mínima es de 16.6°C siendo el mes de enero el más frío. La temperatura máxima extrema que se ha registrado en un día es de 45.0°C (el 13 de mayo de 1995) y la mínima extrema es de -7.0°C (el 7 de diciembre de 1989).⁸²

Figura 4.24. Climograma del DR 031 Las Lajas.



Fuente: elaboración propia con base en SMN (2011).

La precipitación media anual en el distrito es de 558.4 mm siendo el mes de septiembre el más lluvioso con una media de 111.9 mm y el mes de marzo el más seco con una media de 11.7 mm.

La lámina de evaporación media anual es 2,406.9 mm, siendo el mes de julio el de mayor evaporación con una media mensual de 323.1 mm y enero el de menor evaporación con 96.3 mm.

b) Suelos

La mayoría de los suelos del área donde se ubica el distrito de riego son profundos, de texturas ligeras a pesadas y las pendientes que presentan son ligeras, excepto en algunas lomas que es de hasta 4%.

⁸² SMN. 2011. Normales Climatológicas 1971-2000.

En general, son suelos de buena calidad, predominando dos tipos: los de la vega del río, altos en fertilidad, buen drenaje, sin problemas de salinidad y abarcan la mayor superficie del distrito; el segundo tipo, son colores más oscuros, un poco más bajos en fertilidad y presentan algunos problemas en drenaje y salinidad.

De acuerdo con el estudio agrológico realizado en 1980, en el distrito se tienen 4 clases de suelos:

- **Clase 1.** Suelos con ninguna o pocas limitaciones para su uso como tierras de cultivo bajo irrigación; con un manejo eficiente pueden producir altos rendimientos en cultivos adaptados climáticamente. Esta clase ocupa un 64% de la superficie del distrito.
- **Clase 2.** Suelos con ligeras o moderadas limitaciones para su uso como tierras de cultivo bajo irrigación, son moderadamente productivas y/o que requieren más del promedio normal de manejo para obtener altos rendimientos de la mayor parte de de los cultivos adaptados climáticamente.
- **Clase 3.** Suelos con moderadas o severas limitaciones para su uso como tierras de cultivo bajo irrigación, requieren un nivel muy alto de manejo y tienen una productividad limitada para muchos de los cultivos adaptados climáticamente. Las clases 2 y 3 representan en el distrito un 32%.
- **Clase 4.** Suelos con muy severas limitaciones, para su uso como tierras de cultivo bajo irrigación; requieren un nivel muy alto de manejo; son aptas únicamente para cultivos específicos o sistemas de riego especializados. Esta clase de suelo, representa en el distrito un 4% de su superficie.

Además, se tienen identificadas cuatro series de suelos:

- **Serie Vega:** Se localiza en las áreas adyacentes al río San Juan, ocupa aproximadamente un 64% del área del distrito, es de origen aluvial, tiene un perfil homogéneo y su textura es franca, de color amarillo. No se tienen problemas de salinidad y es clasificado como de 1ª clase.
- **Serie Lagunas:** Ocupa aproximadamente un 32% de la superficie del distrito, su formación es lacustre, con perfil arcilloso, su color café grisáceo, suelos clasificados de 2ª y 3ª clase.
- **Serie Lomas:** Ocupa un menor porcentaje de superficie en el distrito (4%), se localiza en las lomas que se encuentran dentro del área. Su formación es *in situ* y son suelos de perfil poco profundo, constituidos por cantos rodados. Su topografía es ondulada con pendientes hasta de un 4%, se clasifican como de 4ª clase.

c) Vegetación

La vegetación ha ido evolucionando con el paso de los años, de tal forma que la vegetación natural ha ido disminuyendo y en su lugar se presentan áreas dedicadas a la agricultura.

Figura 4.25. Ejemplos de la vegetación dominante en la zona del DR 031 Las Lajas.



Fotos: IANL (2011).

En la región donde se ubica el distrito predominan el matorral espinoso y el mezquital. Se presentan en forma alternada sobre suelos del tipo vertisol o xerosol. También existen el matorral submontano, el matorral desértico micrófilo, vegetación halófila y pastizal natural.⁸³

d) Recursos hidráulicos

El DR 031 se localiza dentro de la Región Hidrológica No. 24 Río Bravo, integrada desde 1998 dentro de la Región Administrativa VI Río Bravo de la CONAGUA (actualmente Organismo de Cuenca Río Bravo), junto con la Región Hidrológica No. 34. El distrito se ubica dentro de la cuenca hidrológica del río San Juan, la cual tiene una superficie de 32,972 km².

La principal fuente de abastecimiento del distrito son las aguas superficiales que escurren por el cauce del río San Juan, las cuales son captadas en la presa de almacenamiento El Cuchillo (Solidaridad). Los volúmenes de agua extraídos de esta presa se transfieren a la presa derivadora Las Lajas y de ahí se derivan al canal principal del módulo de riego. Además, tanto aguas arriba de la presa El Cuchillo como aguas abajo de la misma, se extraen volúmenes de agua del río San Juan mediante bombes directos localizados en ambas márgenes de la corriente.

⁸³ INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Esc. 1:250 000 y 1:1 000 000.

Figura 4.26. Río San Juan, municipio de China, Nuevo León.



Foto: IANL (2011).

El volumen total de agua concesionado del río San Juan para riego del distrito es de 24.0 millones de metros cúbicos⁸⁴, el cual se obtuvo del promedio de las extracciones y bombeos directos del río de un período de diez años (1982-1991). Sin embargo, debido a la variabilidad de las aportaciones a las fuentes de abastecimiento, el volumen concesionado puede variar de un año a otro. La CONAGUA determina al inicio de cada año agrícola (1º de octubre) el volumen que puede disponer la asociación de usuarios del distrito, el cual depende de los escurrimientos del río San Juan y puede ser mayor o menor que el volumen estipulado en el Título de Concesión de Aguas Nacionales.⁸⁵

Figura 4.27. Río San Juan aguas abajo de la presa El Cuchillo.



Foto: IANL (2011).

⁸⁴ CONAGUA, 2000. Registro Público de Derechos de Agua.

⁸⁵ CONAGUA, 2010. Artículo 42 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Cabe señalar que la presa El Cuchillo también abastece de agua potable a los municipios de Monterrey, China, General Bravo, Doctor Coss y Los Aldamas. Además, cuando el volumen almacenado lo permite, se manda agua por el río San Juan hacia la presa Marte R. Gómez –ubicada en el estado de Tamaulipas– para abastecer al distrito de riego 026 Bajo Río San Juan, Tam.⁸⁶

La calidad del agua que proviene del río San Juan a través de la presa El Cuchillo se clasifica como C2 (según la clasificación de Riverside), es decir, son aguas con salinidad media aptas para riego. No obstante, en ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.⁸⁷

4.2.4. Infraestructura

En términos generales, las obras de infraestructura federal para la operación y el suministro de los servicios comprometidos en el distrito de riego son las siguientes:

- Presa de almacenamiento El Cuchillo
- Presa derivadora Las Lajas
- Canal principal Las Lajas
- Canales laterales
- Canales sublaterales
- Red de caminos
- Red de drenaje
- Acueducto China-Monterrey

A continuación se presenta una descripción general de las obras de infraestructura anotadas anteriormente:

- **Presa de almacenamiento El Cuchillo (Solidaridad).** Fue construida en el año de 1994 y se ubica a 3 km al noroeste de la población de China, Nuevo León. Consiste de una cortina de materiales graduados de 4,480 m de longitud y 44 m de altura máxima, con un tramo central de 320 m de longitud, con sección de gravedad de concreto, donde está alojada la estructura vertedora; la cortina se prolonga por el lado izquierdo mediante un dique de los mismos materiales, que tiene 6,000 m de longitud y 35 m de altura máxima. Cuenta con tres obras de toma destinadas a los fines específicos antes señalados. El vaso tiene una capacidad total de 1,884 millones de m³.
- **Presa derivadora Las Lajas.** Aproximadamente a 7.6 km aguas abajo de la presa de almacenamiento, se localiza la presa derivadora Las Lajas, que tiene la función de proporcionar carga y derivar el agua hacia el canal principal del DR 031. Esta obra se construyó mucho antes que la presa de almacenamiento, desde el inicio de la operación del distrito (1945), consta de una obra de toma

⁸⁶ CONAGUA, 2001. Proyecto de Reglamento del Distrito... *Ibid.*

⁸⁷ CONAGUA, 2007. Dirección General del Organismo de Cuenca Río Bravo.

sobre la margen derecha de cuatro compuertas deslizantes con dimensiones de 1 m de ancho por 2 m de alto y en el desarenador se tienen dos compuertas radiales de 3 m de ancho por 3 m de alto, en ambos casos son operados manualmente.

Figura 4.28. Panorámicas de la presa derivadora Las Lajas.



a) Obra de toma



b) Obra de excedencias

Fotos: IANL (2011).

- **Plantas de bombeo.** De acuerdo con el Registro Público de Derechos de Agua (REPD), se tienen 37 plantas de bombeo directo del río San Juan, todas son propiedad de particulares. De éstas, 8 plantas se localizan aguas arriba de la presa de almacenamiento, mientras que las 29 restantes están ubicados agua abajo.

Figura 4.29. Ejemplos de plantas de bombeo localizadas sobre el río San Juan.



Fotos: IANL (2011).

Las condiciones de estas plantas de bombeo dependen básicamente de los mantenimientos y rehabilitaciones que les proporcionen sus respectivos dueños; sin embargo, del total de plantas únicamente se encuentran en operación 9 de ellas (24%, aproximadamente); el resto se encuentran en malas

condiciones y, por lo general, las parcelas que se regaban con ellas están enmontadas.

- **Red de conducción.** La red mayor de canales se encuentra conformada únicamente por el canal principal, que es conocido del mismo modo. Esta red se origina en la salida de la presa derivadora Las Lajas teniendo un recorrido de 16.7 km hasta llegar al repartidor del mismo cadenamiento donde se originan los canales laterales E1 y E2.
- **Red de distribución.** La red de distribución está conformada por 31.94 km de canales laterales y sublaterales en todo el distrito, de los cuales 17.11 km (53.6%) están revestidos y tienen sección trapecial. Las capacidades de la red fluctúan en valores que van de 0.42 a 4.82 m³/s.

En cuanto al estado físico de la red de distribución, de manera estimada se puede decir que el 35% de los canales se encuentra en buen estado, el 40% en estado regular y el resto en malas condiciones de operación.

Figura 4.30. Canales laterales y sublaterales en el DR 031 Las Lajas.



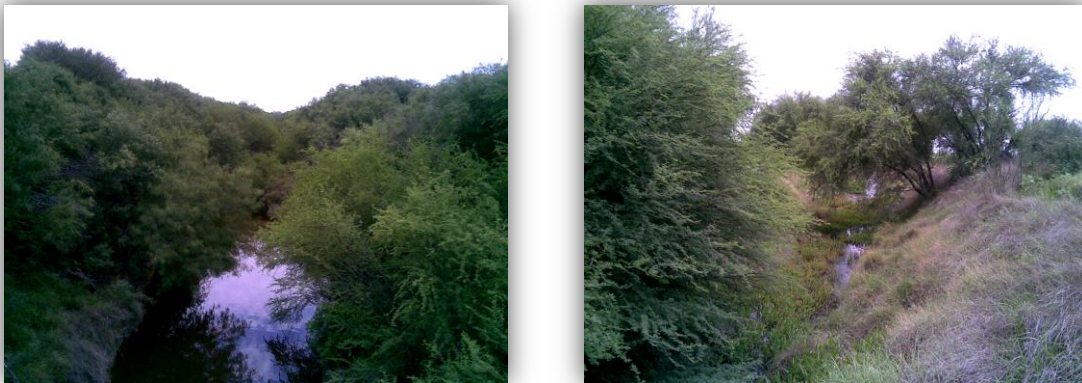
Fotos: IANL (2011).

- **Estructuras en canales.** En la red de conducción y distribución se tienen en total 217 estructuras instaladas, entre tomas granjas, represas, puentes vehiculares, puentes de aforo y tomas laterales, principalmente.

El 58% de las estructuras presentan un estado físico bueno, el 30% regular y el 22% restante se encuentran en malas condiciones. Las estructuras en estado físico regular requieren principalmente mantenimiento en aspectos como pintura y engrasado de represas y tomas granjas. Las estructuras en mal estado requieren rehabilitación total para su funcionamiento.

- **Drenes.** La red de drenaje del distrito tiene una longitud total de 19.98 km. En cuanto a su estado físico, existe una conservación diferida importante, ya que hay drenes que no han tenido trabajos de conservación desde la transferencia del distrito a los usuarios (1992), de tal forma que en la actualidad (2011) éstos requieren trabajos de rehabilitación en aproximadamente un 40% de toda la red. En la Figura 4.31 se aprecian las condiciones de algunos de los drenes del distrito.

Figura 4.31. Ejemplos de drenes del DR 031 Las Lajas.



Fotos: IANL (2011).

- **Caminos.** En total se tiene una red caminos en el distrito de 92.3 km de longitud, predominando el tipo de revestimiento de tierra con 49.5 km (53.6%). Los caminos que presentan revestimiento de gravilla y asfalto se encuentran en condiciones regulares, mientras que los de tierra están en malas condiciones debido a los deslaves ocasionados por las lluvias de años anteriores. En general, un 10% de la red de caminos se clasifica como buena, un 40% como regular y un 50% como mala, que son las brechas que requieren de revestimiento, básicamente.

4.2.5. Producción agrícola y factores que influyen en la producción

Los cultivos que se han establecido en el distrito no han sido muy variados: en el ciclo otoño-invierno predomina el cultivo de trigo (aunque en los últimos dos años agrícolas no se ha sembrado en este ciclo); en primavera-verano predomina el sorgo grano seguido del sorgo forrajero y, en pequeñas superficies, el maíz, melón y frijol; en los perennes dominan totalmente la superficie sembrada los pastos (principalmente bermuda).

Durante el año agrícola 2008-2009 se sembraron en el distrito un total de 1,917 hectáreas y se obtuvo un valor de la producción de \$16.6 millones de pesos. El patrón de cultivos estuvo conformado por maíz grano, sorgo (grano y forrajero) y pastos (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7. Producción agrícola por cultivo en el DR 031 (2009).

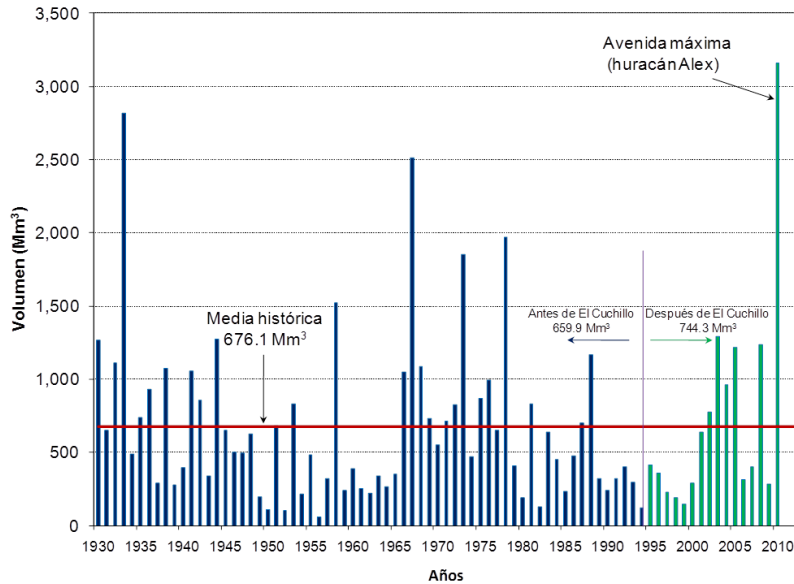
Ciclo/Cultivo	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Prod. (ton)	Rend. (ton/ha)	Valor producción (miles \$)
Primavera-verano					
Maíz grano	80	80	322	4.0	838
Sorgo forrajero	92	92	319	3.4	6,419
Sorgo grano	1,225	1,225	3,500	2.8	7,762
Perennes					
Pastos	520	520	3,091	5.9	1,606
Total	1,917	1,917			16,625

Fuente: CONAGUA-GDR (2011).

La superficie sembrada y regada en el DR 031 depende básicamente de la disponibilidad de agua existente en la presa de almacenamiento El Cuchillo, la cual ha tenido aportaciones muy variables desde su construcción en 1994. De hecho, la variabilidad de los escurrimientos es una característica de la cuenca del río San Juan, donde se ubica la presa, pues ha habido años muy secos y otros demasiado lluviosos, como lo fue el año 2010, debido a la presencia del huracán Alex (Figura 4.32).

El promedio de los escurrimientos históricos de agua del río San Juan antes de la construcción de la presa El Cuchillo era de 659.9 Mm³. Inmediatamente después de que se construye la presa ocurre un período de sequía severo que duró desde 1995 hasta 2001, en el cual las aportaciones anuales de agua fueron muy inferiores a la media histórica. Posteriormente se recupera el almacenamiento de la presa (2003) y los años 2006, 2007 y 2009 vuelven a ser años secos, hasta la ocurrencia del huracán Alex en el año 2010 cuando ocurre la avenida máxima histórica que se ha presentado en la presa (3,159 millones de m³).

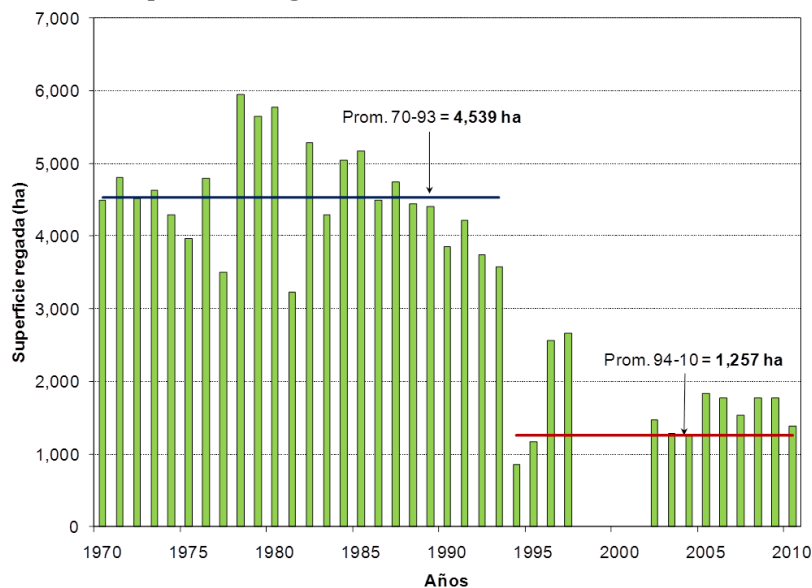
Figura 4.32. Escurrimientos históricos del río San Juan (1930-1994) y aportaciones de agua a la presa El Cuchillo (posterior a 1994).



Fuente: elaboración propia con base en los registros hidrométricos proporcionados por CONAGUA-GDR (2011).

Estas variaciones en las aportaciones de agua repercuten directamente en la superficie regada del DR 031. En la Figura 4.33 se puede observar que la superficie regada ha sido muy variable, sobre todo en los últimos 17 años en los cuales se han registrado períodos de sequía intensos intercalados con años muy lluviosos.

Figura 4.33. Superficie regada históricamente en el DR 031 Las Lajas.



Fuente: elaboración propia con base en información de CONAGUA-GDR (2011).

El promedio histórico de superficie regada en el distrito para el período de 1970-1993 es de 4,539 hectáreas; sin embargo dicha superficie se redujo considerablemente para el período 1994-2010 donde solamente se regaron en promedio 1,257 hectáreas, lo cual indica un índice de aprovechamiento de superficie regada entre superficie de riego del 32.6%. Incluso dentro de este último período (1994-2010) hubo varios años (1998, 1999, 2000 y 2001) en los que no se tuvo volumen disponible para riego y, por ende, no se regó ninguna superficie con agua de la presa.

Lo anterior pone en riesgo la pertinencia de la agricultura de riego en la zona y provoca malestar en los productores del distrito al no poder sembrar en plenitud sus tierras de cultivo. Esto ha ocasionado que la producción y productividad del distrito decrezca considerablemente creando fricciones entre los usuarios del mismo y los gobiernos estatal y federal, por el uso del agua. Además, como se comentó anteriormente, los volúmenes almacenados en la presa El Cuchillo son también para el consumo doméstico e industrial de la ciudad de Monterrey y el área metropolitana, por lo que en períodos de sequía, la prioridad en el uso del agua se destinan principalmente a estos sectores, lo que puede traer como consecuencia fricciones entre las partes involucradas.

4.2.6. Eficiencia en el uso del agua

Con base en los registros de volúmenes de agua utilizados que se reportan en los Informes Mensuales de Distribución de Aguas del distrito (2001-2010), se estima que la eficiencia promedio de conducción de la red mayor y menor es del orden de 63.3% (Cuadro 4.8). Ello indica que por cada 10 Mm³ de agua que se extraen de la presa de almacenamiento, se pierden en la red de conducción 3.7 Mm³.

Cuadro 4.8. Eficiencias de conducción y pérdidas de agua en el DR 031 Las Lajas.

Año agrícola	Volumen Bruto (Mm ³)		Volumen Neto (Mm ³)	Eficiencias (%)			Volumen perdido total (Mm ³)
	Presa	Puntos de Control	Entregado a Usuarios	Presa a P.C.	P.C. a Usuarios	Total	
2001-02	14.8	12.4	10.6	83.8	85.5	71.6	4.2
2002-03	8.1	7.3	6.2	90.1	84.9	76.5	1.9
2003-04	14.9	13.7	9.2	91.9	67.2	61.7	5.7
2004-05	22.9	13.9	9.6	60.7	69.1	41.9	13.3
2005-06	15.1	13.5	8.9	89.4	65.9	58.9	6.2
2006-07	10.0	8.0	6.5	80.0	81.3	65.0	3.5
2007-08	20.5	18.6	16.0	90.7	86.0	78.0	4.5
2008-09	19.9	17.3	14.6	86.9	84.4	73.4	5.3
2009-10	10.2	6.6	4.7	64.7	71.2	46.1	5.5
Promedio	15.2	12.4	9.6	81.6	77.5	63.3	5.6

Fuente: elaboración propia con base en los Informes de Distribución de Aguas del DR 031.

El volumen promedio extraído de la presa para uso agrícola es 15.2 Mm³, por lo que las pérdidas promedio en volumen a través de la red de conducción y distribución son de alrededor de 5.6 Mm³ anuales. Ello equivale a más de una tercera parte del volumen medio aprovechado para uso agrícola anualmente, lo que es cuantioso dadas las condiciones de disponibilidad de agua.

Por otra parte, no se están contemplando las pérdidas que ocurren por la aplicación del riego a nivel parcelario, lo que implica un volumen adicional. Tomando en cuenta los tipos de suelos predominantes en el distrito, se estima que la eficiencia de aplicación del agua por el método de riego por gravedad es del orden de 50.3%.⁸⁸ Si esto es cierto, la eficiencia global del distrito no supera el 30%; cifra que concuerda con las eficiencias medias de muchos de los distritos poco tecnificados.

Además de lo anterior, se puede mencionar que no existe un sistema de medición precisa de la entrega del agua a los usuarios. Aún existe el cobro por hectárea de riego, y es difícil precisar el volumen entregado realmente a cada usuario.

4.2.7. Principales problemas

De acuerdo con el diagnóstico realizado y con otros estudios anteriores que se han hecho en el DR 031 Las Lajas⁸⁹, se puede afirmar que los principales problemas identificados en el distrito son los siguientes:

- El problema principal es la escasez de agua, ya que el agua disponible de manera segura (volumen concesionado), sólo alcanza para aplicar 2.1 riegos a toda la superficie del distrito, el cual no es suficiente para obtener una producción óptima de los cultivos actuales y la precipitación reducida de los últimos años produjo un valor de la producción muy bajo, lo que ha puesto en riesgo la pertinencia de la agricultura de riego en la zona.
- La eficiencia global en el conjunto del distrito a nivel de presa de almacenamiento El Cuchillo es de 29.6%, reflejándose en falta de agua de riego que permita mejorar el rendimiento de los cultivos. La pérdida de agua se presenta principalmente a nivel parcelario.
- Para el caso de la red de drenaje del distrito, el problema consiste en que se tiene una conservación diferida importante (40%) que debe regularizarse.
- Se tienen técnicas y métodos inapropiados de manejo del agua en la red de conducción, propiciados fundamentalmente por la falta de dispositivos de medición y control, las cuales deben ser ubicadas considerando los puntos de control, ya que actualmente dicha medición se realiza con molinete o simplemente se estima.

⁸⁸ IMTA. 2005. Anteproyecto para la Modernización del DR 031 Las Lajas, Nuevo León.

⁸⁹ CONAGUA-UACH. 2007. Plan Director para la Modernización Integral del Distrito de Riego 031 Las Lajas, N.L.

- Técnicas y métodos inapropiados de manejo del agua a nivel parcelario, ya que la superficie, con aplicación tecnificada de riego en parcela, es bastante reducida y la eficiencia de aplicación es baja.
- Cuotas de riegos insuficientes que no alcanzan la autosuficiencia económica del módulo, lo que repercute en todas las áreas, pero principalmente en conservación de manera preponderante, al estar realizando trabajos de conservación en un porcentaje menor al del diagnóstico de necesidades medias anuales de conservación, de ahí que se tengan obras para rehabilitación, de igual forma, los recursos económicos no son suficientes para tener fondos de amortización, reparaciones mayores y menores de la maquinaria.
- Cuotas adicionales inexistentes para establecer un proyecto mayor de modernización.
- No se tienen condiciones de flujo continuo y constante en los canales para la introducción de sistemas de riego localizado (goteo y microaspersión) en la superficie de gravedad, que permitan el ahorro de agua de riego y el establecimiento de cultivos más rentables.
- Falta de capacitación del personal del módulo de riego, en diferentes actividades (administrativas y técnicas), que influya de manera decisiva en mejorar la eficiencia del uso del agua de riego.
- Falta de un programa de asistencia técnica, para aplicar, de manera efectiva, los paquetes tecnológicos recomendados por el INIFAP, para lo cual se requiere contar con personal que auxilie en este aspecto en los cultivos sembrados.
- Falta de reglamentos, a nivel de distrito y módulo, que regulen las actividades de operación, conservación, transferencia de derechos, etc.
- Falta de inversiones para el mejoramiento o modernización del distrito, tanto del gobierno federal como estatal.
- Créditos con altas tasas de interés, que no son factibles para su aprovechamiento, ante las utilidades que arroja la producción agrícola.
- Baja superficie sembrada en el área de bombeo, ante el alto grado de abandono de tierras en busca de mejores oportunidades en otros sectores.

4.2.8. Posibles soluciones a la problemática planteada

Para dar solución a la problemática planteada, la CONAGUA ha establecido una serie de acciones estructurales y no estructurales que están contempladas en el marco del Plan Director Nacional desarrollado por dicha dependencia para lograr la sustentabilidad de la actividad agrícola en los distritos de riego. En el caso del DR 031, las posibles soluciones que se plantean para el desarrollo agrícola del distrito, haciendo más eficiente la utilización del agua, se presentan a continuación.⁹⁰

En el ámbito estructural, se contemplan:

- Las acciones necesarias para la modernización y/o rehabilitación de la infraestructura empleada para la derivación, conducción, distribución y

⁹⁰CONAGUA-UACH. 2007. Plan Director... *Ibíd.*

drenaje del agua de riego;

- Las estructuras de control y medición que permitan una entrega del agua con suficiencia, oportunidad y equidad;
- Las acciones de mejoramiento territorial de suelos con topografía irregular;
- Introducción de sistemas de riego modernos (multicompuertas y aspersion) que permitan establecer cultivos más rentables.

Con ellas se pretende:

- Incrementar la eficiencia global del riego en el distrito, tanto en el sistema de riego de gravedad, como en el de bombeo directo del río San Juan.
- Alcanzar la autosuficiencia económica en el módulo de riego.
- Una reconversión productiva enfocada hacia el incremento de la productividad de los cultivos que actualmente se establecen y en un futuro cercano, cuando se resuelva el problema de la disponibilidad de agua durante el ciclo agrícola y de mercado, introducir cultivos de mayor rentabilidad.

En el ámbito no estructural se consideran:

- El registro y control de la información estadística necesaria para la planeación y programación de la producción y del riego;
- La elaboración, adecuación y acatamiento de las disposiciones normativas en todos los niveles;
- La definición, recaudación y aplicación de las cuotas de riego y otras de apoyo, así como los aspectos administrativos y contables que su manejo conlleva;
- La aplicación a plenitud de los paquetes tecnológicos para la producción óptima de los cultivos, recomendados por el INIFAP;
- La capacitación requerida por los técnicos y usuarios, para el adecuado planteamiento, ejecución y seguimiento de todas las acciones planteadas; y
- El mercado del agua y la comercialización de los productos agrícolas generados, entre otros.

Las soluciones planteadas giran en torno al establecimiento de un patrón de cultivos optimizado, el cual incluye: 1,983 hectáreas de sorgo grano; 660 hectáreas de pasto bermuda; 350 hectáreas de sorgo forrajero; y 250 hectáreas de cultivos varios; haciendo un total de 3,243 hectáreas que representan el 84% de la superficie total de riego registrada en el padrón de usuarios. Lo anterior, considerando el volumen concesionado (24.0 millones de m³) y contemplando los números de riegos óptimos para los cultivos principales.

Con la ejecución de las acciones de modernización y rehabilitación, se espera que la eficiencia global del riego en el conjunto del distrito se incremente de un 29.6% a un 39.6 % (a nivel presa derivadora Las Lajas o presa de almacenamiento El Cuchillo). El volumen rescatado o ahorrado sería del orden de 4,199.2 millares de m³, debido principalmente a las acciones estructurales a realizarse en la red mayor, red menor, regaderas y a nivel parcelario.

Para implementar dichas acciones, se asume que serán financiadas en un 50% por el gobierno federal a través de la CONAGUA, y el restante 50% será financiado por los usuarios mediante aportaciones directas y complementadas con recursos obtenidos a través de los diferentes programas oficiales de apoyo a la producción agropecuaria de riego a nivel federal o estatal.

4.2.9. Oportunidades de investigación aplicada

En este distrito, los proyectos de investigación que se vislumbran deben estar enfocados hacia la reconversión productiva; es decir, hacia el estudio de las posibilidades de establecimiento de nuevos cultivos que tengan mayor productividad que los que actualmente se establecen; para que en un futuro cercano, cuando se resuelvan los problemas de disponibilidad de agua y de mercado, puedan ser introducidas nuevas especies agrícolas con alto valor comercial y potencial de desarrollo en la región.

UNIDADES DE RIEGO

Las **unidades de riego** son áreas agrícolas que cuentan con infraestructura y sistemas de riego, distintas de los distrito de riego y generalmente de menor superficie que aquéllos; las unidades de riego pueden integrarse por asociaciones de usuarios u otras figuras de productores organizados que se asocian entre sí libremente para prestar el servicio de riego con sistemas de gestión autónoma y operar las obras de infraestructura hidráulica para la captación, derivación, conducción, regulación, distribución y desalojo de las aguas nacionales destinadas al riego agrícola.⁹¹

A nivel nacional, existen alrededor de 39,459 unidades de riego que dominan una superficie total de 2.95 millones de hectáreas y representan el 45.3% de la superficie total bajo riego.⁹² En el estado de Nuevo León se tienen registradas oficialmente 803 unidades de riego que ocupan una superficie total de 116,326 hectáreas y son operadas por 17,190 usuarios.⁹³ Por ello, es muy importante tenerlas en cuenta como un aspecto fundamental a considerar en el presente diagnóstico, debido a que las unidades de riego son las áreas agrícolas que más agua consumen en el estado.

No obstante, debido a la complejidad, variedad y extensión –generalmente reducida– de las unidades de riego, es poca la información actualizada y detallada que existe sobre los beneficiarios, superficies, patrones de cultivos, estadísticas de producción y volúmenes de agua utilizados en las mismas. Así, diferentes estudios realizados concluyen en la necesidad de la verificación y actualización de la información de las unidades de riego.

En el presente capítulo se presenta una descripción general de las principales características de las unidades de riego del estado de Nuevo León, incluyendo datos estadísticos como son: superficies, número de usuarios, tenencias de la tierra, tipo de aprovechamiento de agua y producción agrícola. Posteriormente se presenta un diagnóstico específico sobre la gestión y el uso del agua en las unidades de riego que se abastecen de los ríos Conchos (San Fernando) y Pesquería, las cuales están organizadas en sendas Sociedades de Responsabilidad Limitada (SRL).

⁹¹CONAGUA. 2009. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

⁹²CONAGUA. 2010. Estadísticas del Agua en México.

⁹³CONAGUA. 2011. Directorio Oficial de Unidades de Riego del Estado de Nuevo León.

5.1. Características generales

En general, las unidades de riego del país y del estado de Nuevo León presentan condiciones históricas y rezagos en: organización de los usuarios; en la administración, operación y conservación de la infraestructura hidroagrícola; así como en la inadecuada operación y escaso mantenimiento de las obras que propician el deterioro de dicha infraestructura.⁹⁴

Para atender esta problemática, la CONAGUA ha implementado a partir de la década de los noventa diversos programas por medio de los cuales los usuarios cuentan cada vez más con asesoría técnica y apoyos institucionales necesarios para conservar y mantener en buenas condiciones operativas la infraestructura hidroagrícola en sus unidades de riego, de acuerdo con el objetivo institucional de “Fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola”. No obstante, aún hay mucho que hacer y queda mucho camino por recorrer, específicamente en el estado de Nuevo León, donde las unidades de riego juegan un papel preponderante en la producción agrícola estatal, tal como se describe líneas abajo.

En el estado de Nuevo León se tienen registradas oficialmente 803 unidades de riego que ocupan una superficie total de 116,326 hectáreas y son operadas por 17,190 usuarios (Cuadro 5.1).

En el Cuadro 5.1 se puede observar que, de la superficie total registrada en unidades de riego, el 33% son parcelas ejidales (38,472 hectáreas) y el 67% restante (77,854 hectáreas) corresponden a pequeños propietarios. Empero, el número de usuarios ejidatarios (9,478) es mayor que el de pequeños propietarios (7,714), por lo que el tamaño medio de la parcela ejidal es de sólo 4.1 ha/usuario, mientras que el de pequeña propiedad es considerablemente mayor: 10.1 ha/usuario.

Las unidades de riego se distribuyen en 38 de los 51 municipios que tiene el estado, siendo Galeana el municipio que tiene la mayor cantidad de unidades y el que ocupa el primer lugar en cuanto a superficie de riego y número de usuarios registrados (22,376 hectáreas y 2,958 usuarios, respectivamente). El segundo y tercer lugar en cuanto a superficie de riego en unidades corresponden a los municipios de Linares (12,326 hectáreas) y General Terán (12,015 hectáreas), respectivamente (Figura 5.1).

⁹⁴CONAGUA. 2009. Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego.

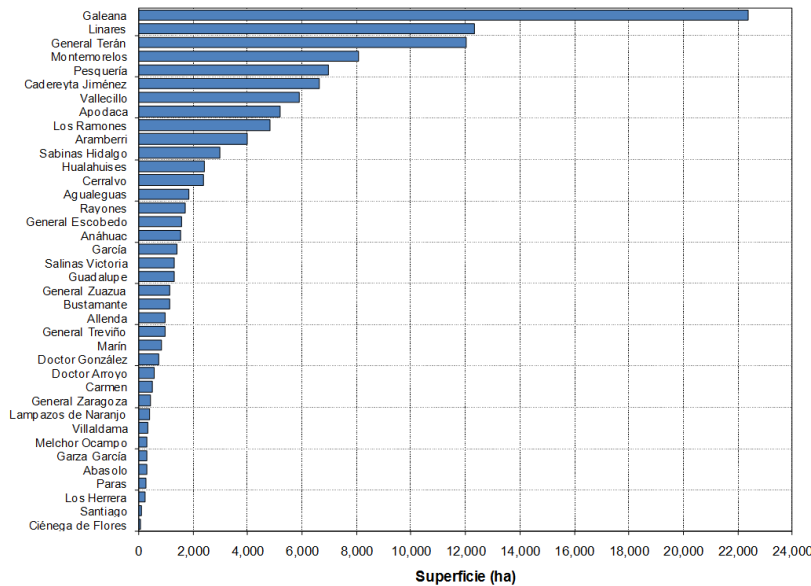
Cuadro 5.1. Distribución de las unidades de riego por municipio en el estado de Nuevo León.

Municipio	No. de Unid.	Superficie (ha)			Número de Usuarios			Parcela media (ha/usuario)		
		Ejidal	P.P.*	Total	Ejidal	P.P.*	Total	Ejidal	P.P.*	Total
Abasolo	2	0	291	291	0	34	34	0.0	8.6	8.6
Agualeguas	9	102	1,724	1,826	17	108	125	6.0	16.0	14.6
Allende	12	112	865	977	28	338	366	4.0	2.6	2.7
Anáhuac	12	550	978	1,528	60	16	76	9.2	61.1	20.1
Apodaca	25	72	5,135	5,207	16	592	608	4.5	8.7	8.6
Aramberri	36	2,954	1,030	3,984	1,594	712	2,306	1.9	1.4	1.7
Bustamante	1	47	1,078	1,125	47	281	328	1.0	3.8	3.4
Cadereyta Jiménez	25	1,699	4,948	6,647	528	339	867	3.2	14.6	7.7
Carmen	3	0	515	515	0	77	77	0.0	6.7	6.7
Cerralvo	13	20	2,350	2,370	1	200	201	20.0	11.8	11.8
Ciénega de Flores	2	36	44	80	29	11	40	1.2	4.0	2.0
Doctor Arroyo	4	581	0	581	180	0	180	3.2	0.0	3.2
Doctor González	4	0	733	733	0	94	94	0.0	7.8	7.8
Galeana	192	11,613	10,763	22,376	2,530	428	2,958	4.6	25.1	7.6
García	6	296	1,097	1,393	101	332	433	2.9	3.3	3.2
Garza García	1	0	301	301	0	23	23	0.0	13.1	13.1
General Escobedo	1	1,579	0	1,579	188	0	188	8.4	0.0	8.4
General Terán	64	6,293	5,722	12,015	758	342	1,100	8.3	16.7	10.9
General Treviño	4	0	968	968	0	138	138	0.0	7.0	7.0
General Zaragoza	13	0	449	449	0	327	327	0.0	1.4	1.4
General Zuazua	6	150	978	1,128	32	137	169	4.7	7.1	6.7
Guadalupe	4	191	1,105	1,296	41	92	133	4.7	12.0	9.7
Hualahuisés	13	219	2,194	2,413	68	332	400	3.2	6.6	6.0
Lampazos de Nar.	5	324	70	394	101	115	216	3.2	0.6	1.8
Linares	62	6,626	5,700	12,326	1,900	274	2,174	3.5	20.8	5.7
Los Herrera	1	0	248	248	0	33	33	0.0	7.5	7.5
Los Ramones	13	266	4,550	4,816	89	193	282	3.0	23.6	17.1
Marín	2	0	822	822	0	109	109	0.0	7.5	7.5
Melchor Ocampo	1	0	305	305	0	34	34	0.0	9.0	9.0
Montemorelos	83	401	7,658	8,059	90	580	670	4.5	13.2	12.0
Paras	2	0	270	270	0	43	43	0.0	6.3	6.3
Pesquería	20	1,794	5,170	6,964	457	465	922	3.9	11.1	7.6
Rayones	58	563	1,128	1,691	267	539	806	2.1	2.1	2.1
Sabinas Hidalgo	29	712	2,285	2,997	133	105	236	5.4	21.8	12.7
Salinas Victoria	5	378	941	1,319	71	85	156	5.3	11.1	8.5
Santiago	3	0	109	109	0	64	64	0.0	1.7	1.7
Vallecillo	65	658	5,230	5,888	93	114	207	7.1	45.9	28.4
Villaldama	2	236	100	336	59	8	67	4.0	12.5	5.0
Total	803	38,472	77,854	116,326	9,478	7,714	17,190	4.1	10.1	6.8

*P.P. = Pequeña Propiedad.

Fuente: elaboración propia con base en el Directorio Oficial de Unidades de Riego proporcionado por el Organismo de Cuenca Río Bravo de la CONAGUA (2011).

Figura 5.1. Superficie de unidades de riego por municipio en el estado de Nuevo León.



Fuente: elaboración propia con base en el Directorio Oficial de Unidades de Riego de la CONAGUA (2011).

La mayor parte de la superficie de las unidades de riego (56,245 hectáreas, que representan el 54.9% del total) se abastecen de agua mediante la derivación de corrientes superficiales (ríos, arroyos, etc.), y otra cantidad importante de superficie (36,208 hectáreas, que representan el 31.1%) se riega con las aguas extraídas de los acuíferos a través de pozos profundos. Además se tienen otras fuentes de abastecimiento de agua que se aprovechan en menor escala como son los manantiales y pequeñas presas de almacenamiento (Cuadro 5.2 y Figura 5.3).

Figura 5.2. Pozo para uso agrícola en una unidad de riego de General Terán.



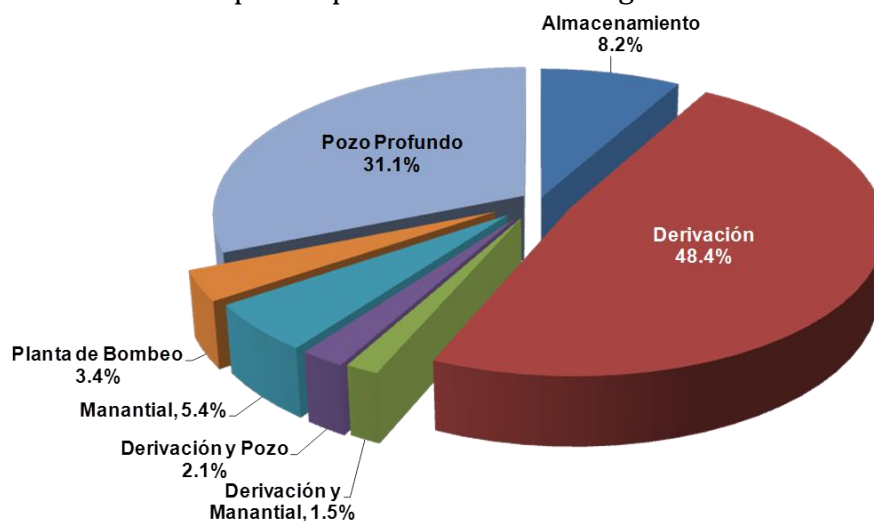
Foto: IANL (2011).

Cuadro 5.2. Distribución de unidades de riego por tipo de aprovechamiento de agua en el estado de Nuevo León.

Tipo de aprovechamiento	No. de Unid.	Superficie (ha)			Número de Usuarios			Parcela media (ha/usuario)		
		Ejidal	P.P.*	Total	Ejidal	P.P.*	Total	Ejidal	P.P.*	Total
Almacenamiento	24	7,338	2,207	9,545	1,081	225	1,306	6.8	9.8	7.3
Derivación	244	13,410	42,835	56,245	3,797	5,562	9,359	3.5	7.7	6.0
Derivación y Manan.	5	179	1,603	1,782	84	92	176	2.1	17.4	10.1
Derivación y Pozo	9	611	1,801	2,412	81	65	146	7.5	27.7	16.5
Manantial	50	1,316	4,920	6,236	661	1,120	1,781	2.0	4.4	3.5
Planta de Bombeo	30	1,395	2,503	3,898	176	42	218	7.9	59.6	17.9
Pozo Profundo	441	14,223	21,985	36,208	3,598	608	4,204	4.0	36.2	8.6
Total	803	38,472	77,854	116,326	9,478	7,714	17,190	4.1	10.1	6.8

*P.P. = Pequeña Propiedad. Fuente: elaboración propia con base en el Directorio Oficial de Unidades de Riego proporcionado por el Organismo de Cuenca Río Bravo de la CONAGUA (2011).

Figura 5.3. Distribución porcentual de la superficie en las unidades de riego según el tipo de aprovechamiento de agua.



Fuente: elaboración propia con base en el Directorio Oficial de Unidades de Riego de la CONAGUA (2011).

5.2. Producción agrícola

Como ya se mencionó, en las unidades de riego no se dispone de información actualizada y detallada sobre los beneficiarios, superficies, patrones de cultivos, estadísticas de producción y volúmenes utilizados. No obstante, se tienen estimaciones de las estadísticas agrícolas y de los volúmenes usados para el riego a partir del año agrícola 2006-2007, que es cuando la CONAGUA las comienza a publicar de manera oficial.⁹⁵

⁹⁵ CONAGUA. 2009. Estadísticas Agrícolas... *Ibid.*

A continuación se presentan los resultados de las estadísticas de producción correspondientes a la publicación más reciente (año agrícola 2007-2008) para las unidades de riego del estado de Nuevo León. Es importante destacar que dichas estadísticas se encuentran agrupadas por distrito de desarrollo rural (DDR), ya que no se dispone de datos específicos para cada unidad de riego (Cuadro 5.3).

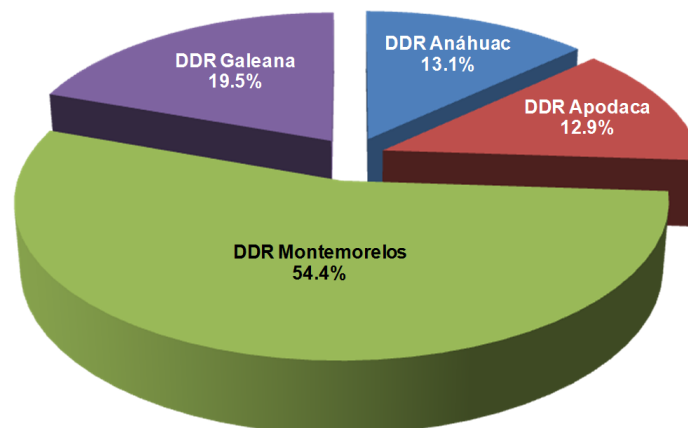
Cuadro 5.3. Superficies sembradas y volúmenes distribuidos en las unidades de riego del estado de Nuevo León, por DDR (2008).

Distrito de Desarrollo Rural	Superficie (ha)		Lámina bruta media (cm)	Volumen distribuido (Miles m ³)
	Sembrada	Cosechada		
Anáhuac	10,354	10,352	128.0	132,532
Apodaca	10,189	10,188	136.2	138,737
Montemorelos	42,897	40,902	141.4	578,514
Galeana	15,404	13,138	100.4	131,987
Total estatal	78,843	74,579	131.6	981,769

Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA (2009). Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego.

La mayor cantidad de superficie sembrada en las unidades de riego del estado de Nuevo León se localiza en el DDR Montemorelos, registrándose para el año agrícola 2007-2008 una superficie de 42,897 hectáreas que representan el 54.4% de la superficie total de unidades de riego en la entidad. En segundo lugar está el DDR Galeana con una superficie sembrada de 15,404 hectáreas (19.5%), y en tercer y cuarto lugar se encuentran los DDR Anáhuac y Apodaca, respectivamente, con un poco más de 10 mil hectáreas (aprox. 13.0%) de superficie sembrada en cada uno de ellos (Figura 5.4).

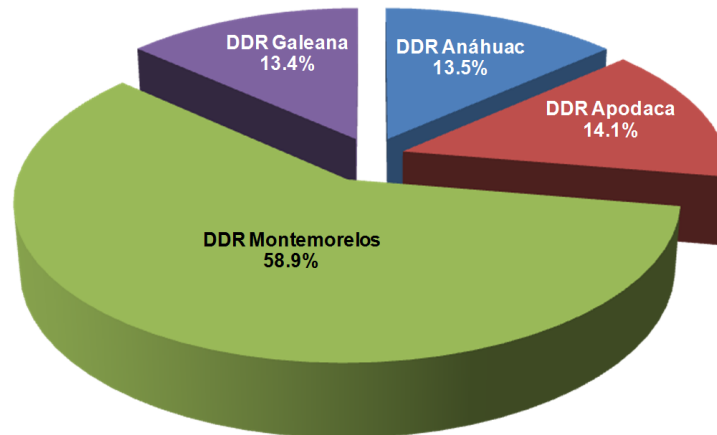
Figura 5.4. Distribución porcentual de la superficie sembrada en las unidades de riego, por DDR.



Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA (2009).

Ahora bien, con respecto al volumen de agua distribuido, las unidades de riego del distrito de Montemorelos son las que registran la mayor cantidad de agua utilizada (578,514 miles de m³), lo cual representa el 58.9% del volumen total utilizado en las unidades de riego en ese mismo año agrícola (Figura 5.5). Por ende, la lámina bruta media de riego es la más alta en este distrito (141.4 cm) lo cual se explica porque los cultivos que se siembran en esta región (cítricos y hortalizas, principalmente) son cultivos que requieren mucha agua.

Figura 5.5. Distribución porcentual del volumen de agua distribuido en las unidades de riego, por DDR.



Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA (2009).

En el Cuadro 5.4 se presentan de manera detallada las estadísticas de producción agrícola por cultivo en las unidades de riego del estado de Nuevo León, correspondientes al año agrícola 2007-2008. En este cuadro se puede observar que en ese año la superficie total sembrada en unidades de riego fue de 78,843 hectáreas, de las cuales 46,782 hectáreas corresponden a los cultivos perennes que representan el 59.3% de la superficie sembrada total, siendo estos cultivos los más importantes en la entidad.

De acuerdo con la superficie sembrada, los principales cultivos establecidos en las unidades de riego son, en orden de importancia: naranja (19,547 ha), pastos y praderas (14,505 ha), sorgo grano (10,469 ha), trigo grano (9,597 ha), maíz grano (4,449 ha), nuez (3,984 ha), papa (3,609 ha), mandarina (3,092 ha), alfalfa (2,156 ha) y toronja (1,691 ha), todos ellos con más de mil hectáreas de riego, y en conjunto representan el 93% de la superficie total sembrada en las unidades de riego del estado (Figura 5.6).

En cuanto a su aportación al valor de la producción obtenida, los principales cultivos no corresponden necesariamente con los que tienen la mayor superficie sembrada, debido a que algunos son más redituables que otros (Figura 5.7).

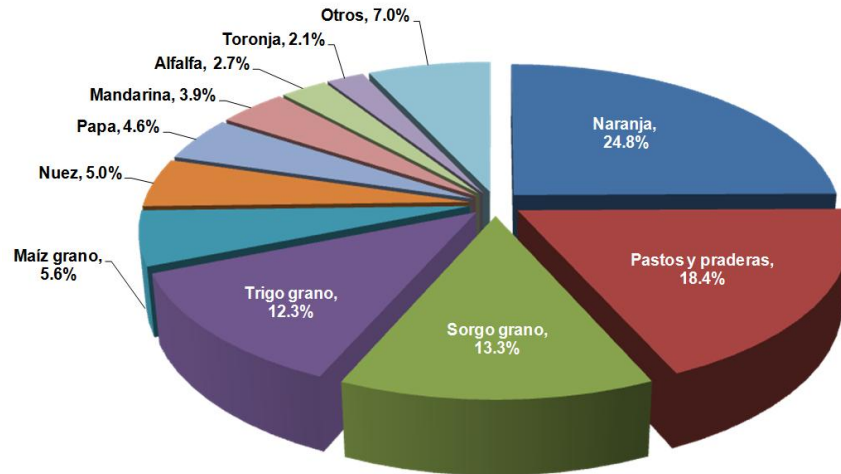
Cuadro 5.4. Producción agrícola por ciclo y cultivo en las unidades de riego del estado de Nuevo León (2008).

Ciclo/Cultivo	Superficie (ha)		Rend. (ton/ha)	Prod. (ton)	P.M.R.* (\$/ton)	Valor de la cosecha (Miles \$)
	Sembrada	Cosechada				
Otoño-Invierno						
Trigo grano	9,597	7,597	4.2	32,225	4,083	131,574
Sorgo grano	5,339	5,339	3.8	20,081	2,664	53,492
Sorgo forrajero	538	538	5.5	2,957	1,297	3,835
Chile verde	531	531	21.0	11,152	3,982	44,403
Jitomate	251	251	20.1	5,037	2,730	13,754
Col (repollo)	212	212	29.8	6,303	1,047	6,599
Tomate verde	158	158	16.1	2,548	2,388	6,085
Maíz grano	150	150	2.1	321	2,179	699
Sandía	127	127	30.3	3,856	2,974	11,466
Ajo	106	106	8.4	889	14,916	13,260
Cilantro	102	100	1.7	165	1,400	231
Otros cultivos	238	237	18.0	4,261	1,755	7,479
Subtotal	17,347	15,344	5.9	89,795	3,262	292,876
Primavera-Verano						
Sorgo grano	5,130	3,145	3.7	11,643	2,335	27,185
Maíz grano	4,299	4,299	3.7	15,846	3,406	53,976
Papa	3,609	3,489	34.7	121,003	5,702	689,959
Sorgo forrajero	414	414	17.4	7,206	548	3,950
Zanahoria	250	250	15.0	3,750	5,000	18,750
Chile verde	225	225	37.1	8,350	14,102	117,752
Avena forrajera	200	200	8.0	1,600	1,800	2,880
Jitomate	151	151	67.2	10,115	7,038	71,190
Tomate verde	150	150	30.0	4,500	10,000	45,000
Col (repollo)	100	100	81.5	8,150	2,261	18,427
Otros cultivos	187	177	7.8	1,389	2,194	3,047
Subtotal	14,715	12,600	15.4	193,551	5,436	1,052,116
Perennes						
Naranja	19,547	19,547	16.3	317,811	1,057	336,085
Pastos y praderas	14,505	14,505	23.3	338,449	404	136,895
Nuez	3,984	3,984	0.4	1,434	24,287	34,825
Mandarina	3,092	3,092	14.2	44,054	1,154	50,838
Alfalfa achicalada	2,156	2,106	20.7	43,653	1,387	60,536
Toronja	1,691	1,691	11.9	20,140	1,066	21,469
Manzana	868	843	4.4	3,751	6,665	24,999
Aguacate	751	751	3.5	2,607	6,665	17,379
Otros frutales	188	117	2.6	305	6,150	1,876
Subtotal	46,782	46,636	16.6	772,203	887	684,903
Total	78,843	74,579	14.2	1,055,550	1,923	2,029,896

*P.M.R. = Precio medio rural.

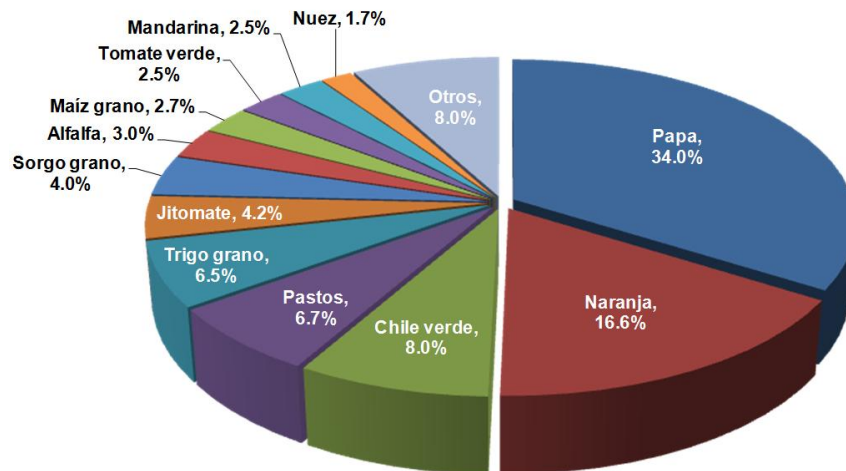
Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA (2009).

Figura 5.6. Distribución porcentual de la superficie sembrada por cultivo en las unidades de riego.



Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA (2009).

Figura 5.7. Distribución porcentual del valor de la producción por cultivo en las unidades de riego (2008).



Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA (2009).

Así, se tiene que los cultivos más importantes con respecto a su aportación al valor de la producción en las unidades de riego son los siguientes: en primer lugar está la papa, con un valor de las cosechas de más de 689 millones de pesos que representan el 34.0% del valor total; en segundo lugar se encuentra la naranja, con un valor de más de 336 millones de pesos que corresponden al 16.6% del valor total de las cosechas; y en tercer lugar está el chile verde con más de 162 millones de pesos que representan el 8.0% del valor total de la producción estatal. Enseguida se encuentran otros cultivos importantes como son: pastos y praderas, trigo grano, jitomate, sorgo grano, alfalfa, maíz grano, tomate verde, mandarina y nuez. Todos los cultivos mencionados anteriormente aportan en conjunto el 92% del valor total de las cosechas obtenidas en las unidades de riego del estado.

5.3. Sociedades en las unidades de riego

Con el propósito de realizar una mejor gestión del agua y de todos los posibles apoyos para la producción agrícola que en un momento dado obtengan a través de los programas federales o estatales, los usuarios de las unidades de riego pueden estar organizados y formar Asociaciones Civiles (AC), las cuales a su vez pueden agruparse para formar Sociedades de Responsabilidad Limitada (SRL).

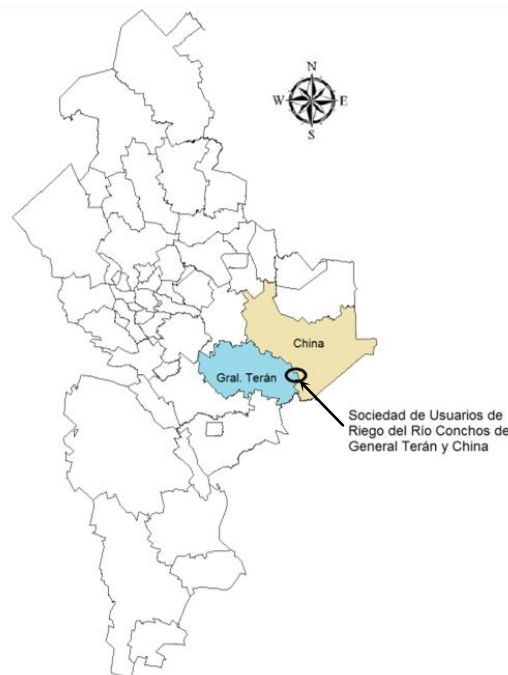
En el estado de Nuevo León existen solamente dos Sociedades, una conformada por las AC del río Conchos y otra por las del río Pesquería, que en conjunto aglutinan a un total de 858 usuarios y abarcan una superficie de riego de 14,857 hectáreas. A continuación se presenta un diagnóstico de las principales características de cada una de estas Sociedades.

5.3.1. Sociedad de Usuarios de Riego del Río Conchos

5.3.1.1. Ubicación

Las unidades de riego que conforman la Sociedad de Usuarios del Río Conchos (también conocido como río San Fernando) se ubican en los municipios de General Terán y China. El área de riego se encuentra localizada entre las siguientes coordenadas geográficas: 25°08'10" y 25°04'11" de latitud norte y 99°02'58" y 98°52'57" de longitud oeste (Figura 5.8).

Figura 5.8. Localización de la zona de riego de la Sociedad de Usuarios de Riego del Río Conchos



Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA (2011).

5.3.1.2. Antecedentes, organización y funcionamiento

Este grupo de productores cuenta con un antecedente importante de un plan piloto de la iniciativa privada y productores que se consideró como ejemplo nacional en el período presidencial del Lic. Carlos Salinas de Gortari. Se realizó el proyecto con grandes inversiones de la empresa Gamesa, S.A. de C.V. y del gobierno, se modernizó, se capacitó, se contrató personal especializado, maquinaria, sistemas de riego, bodegas, etc.; pero debido a que la empresa se retiró al término del sexenio, provocó que las inversiones no tuvieran el impacto esperado, afectando el desarrollo regional. Aunque a los productores les quedaron los sistemas de riego, éstos se han deteriorado por la deficiente operación y mantenimiento. En estos últimos años con el apoyo de CONAGUA los productores y las poblaciones han venido reactivando la zona, en la que se encuentran 10 plantas de bombeo que abastecen las áreas de riego.

Por tal motivo, con este proyecto se constituyó, en diciembre de 2007, la “Sociedad de Usuarios de Riego del Río Conchos de General Terán y China” S.R.L. de I. P. de C. V., la cual está integrada por las unidades de riego que se encuentran en los municipios de General Terán y China, en el estado de Nuevo León, y que se agrupan en las dos asociaciones civiles siguientes:

- **Asociación de Usuarios de Riego La Barreta, A.C.** Integrada por las unidades de riego Ejido La Barreta, Colonia Agrícola Barranco de Reyes y pequeños propietarios de Santa Teresa.
- **Usuarios de la Unidad de Riego San José de Vaquerías, A.C.** Integrada por las unidades de riego San Juan de Vaquerías, Colonia Agrícola Ignacio Morones Prieto y Ejido Francisco I. Madero.

La sociedad cuenta en su conjunto con una superficie de 4,686.7 hectáreas y beneficia a 401 usuarios. En el Cuadro 5.5 se presenta la superficie física y regable correspondiente a cada una de las unidades de riego que integran la SRL.

Cuadro 5.5. Superficies de las unidades de riego que integran la SRL del río Conchos.

Asociación Civil	Unidad de riego	Superficie (ha)	
		Física	Regable
“Asociación de Usuarios de Riego La Barreta” A.C.	➤ Ejido La Barreta y Anexas	1,919.7	1,919.7
	➤ Colonia Agrícola Barranco de Reyes	140.0	140.0
	➤ Pequeños Propietarios de Santa Teresa	82.0	82.0
	Subtotal	2,141.7	2,141.7
“Usuarios de la Unidad de Riego San José de Vaquerías” A.C.	➤ Ejido San Juan de Vaquerías	1,305.0	1,305.0
	➤ Colonia Agrícola Ignacio Morones Prieto	340.0	340.0
	➤ Ejido Francisco I. Madero	900.0	900.0
	Subtotal	2,545.0	2,545.0
Total de la SRL		4,686.7	4,686.7

Fuente: CONAGUA / IMTA (2007).

Los tipos de tenencia de la tierra en las unidades de riego que conforman la Sociedad son: ejidal (90.8%), colonos (7.7%) y pequeña propiedad (1.5%).

La fuente de abastecimiento de las unidades de riego son las aguas del río Conchos (san Fernando) que se almacenan en la presa José S. Noriega, de donde se deriva el agua al canal principal Vaquerías, del cual se abastecen 10 estaciones de bombeo. La sociedad de usuarios de riego cuenta con un Título de Concesión de Aguas Nacionales que los ampara por un volumen total de 25 Mm³/año.

Dentro de las asociaciones que se han creado existen reglamentos de operación, conservación y administración, pero no se aplican adecuadamente debido principalmente a la falta de organización interna. Se delega la responsabilidad a los encargados de la distribución del agua (canaleros) cuando se presentan “irregularidades” en la asignación del vital líquido, provocando en ocasiones conflictos entre los usuarios.

Por otro lado, no se realiza una planeación técnica de la distribución del agua, sino que se rige por los “usos y costumbres”; en asamblea general, la mesa directiva conjuntamente con los usuarios definen la superficie a sembrar y el programa de distribución del agua. Cada estación de bombeo cuenta con su canalero para la operación de la obra de toma, la operación y supervisión del equipo de bombeo y la supervisión de los turnos de riego. Además, mucha de la planeación se realiza todavía a través del Comisario Ejidal como autoridad máxima y eso ocasiona confusión con la directiva de las organizaciones, ya que los usuarios dudan sobre quién es el indicado en la toma de decisiones.

5.3.1.3. Recursos naturales

a) *Clima*

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por E. García, en la zona de estudio el clima se clasifica como semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año (Acx), en donde se diferencian claramente cada una de las estaciones del año. Cabe aclarar que tanto el verano como el invierno son extremosos.

La estación meteorológica representativa de la zona de estudio es la de “Vaquerías”, que se localiza en el municipio de General Terán. En esta estación se registra una temperatura media anual de 24.5°C (con máxima de 37.5°C y mínima de 11.7°C). En general, se presentan altas temperaturas y las temperaturas bajo 0°C son esporádicas (las heladas suelen presentarse en los meses de enero y febrero).

La precipitación media anual es de 542.5 mm y la distribución de la misma es irregular; los meses con más lluvia son mayo y septiembre, pero durante el año se presentan variaciones significativas por la influencia de ciclones que se generan en el Golfo de México.

La evaporación media anual es de 2,274.5 mm, la cual excede con mucho a la precipitación. Estas condiciones de precipitaciones irregulares y una alta evapotranspiración durante el año afectan severamente el desarrollo de los cultivos.

b) Suelos

Los tipos de suelos presentes en la zona de estudio se clasifican en su mayoría como xerosoles, vertisoles, rendzinas y en menor grado regosoles, fluvisoles y cambisoles.

Casi toda la zona del municipio de China tiene aptitud para pastoreo; hacia el oriente tiene una alta posibilidad para el desarrollo de especies forrajeras; en el centro y surponiente no tiene aptitud para pastizales cultivados; en el centro y suroriente tiene una baja aptitud para el establecimiento de pastizales cultivados.

c) Vegetación

La vegetación en la zona de estudio es muy abundante y variada, donde se pueden observar extensos campos de naranjales; en la parte nororiental de tierra fértil se observan sabinos, sauces, encinos, álamos, alamillos jarilla, moreras, anácuas, etc. En la parte árida: nopales, palmas, samandoca, huizaches, mezquites, granjenos, tasajillos, etc.

d) Hidrología

Las unidades de riego que integran la SRL se encuentran inmersas en la Región Hidrológica No. 25 denominada San Fernando-Soto la Marina que se ubica en el centro y oriente del estado. En ella se encuentra la cuenca San Fernando que también se le conoce como Golfo Norte y corresponde a todas las corrientes que desembocan en el Golfo de México y que están comprendidas entre las cuencas de los ríos Bravo y Pánuco, la cual tiene una superficie de 8.8 millones de km², con una precipitación media anual de 600 a 800 mm. Aproximadamente el 20% de toda la superficie de esta cuenca corresponde al estado de Nuevo León; el resto pertenece al estado de Tamaulipas.

La corriente principal que abastece a la zona de riego es el río Conchos o San Fernando (60 km de longitud) con un escurrimiento anual de 560 a 750 Mm³, siendo éste uno de los más importantes del territorio mexicano que desembocan en el Golfo de México.

En la zona no se cuenta con estudios físico-químicos de calidad del agua, sin embargo, en los recorridos de campo y la inspección visual de la misma, se puede observar que se cuenta con aguas limpias y aptas para la agricultura.

Debido a la topografía plana de la zona de estudio, además de la falta de sistemas de drenaje parcelario, se presentan inundaciones considerables que paulatinamente han provocado el ensalitramiento de los suelos.

5.3.1.4. Infraestructura

La infraestructura de las unidades de riego que componen la SRL, se integra básicamente por lo siguiente:

- Presa de almacenamiento José S. Noriega o Mimbres
- Plantas de bombeo
- Red de conducción y distribución
- Estructuras de control y distribución del agua

A continuación se presentan las principales características de la infraestructura:

- **Presa de Almacenamiento José S. Noriega.** Esta es la principal fuente de abastecimiento de agua de la zona de riego. Inició su operación en el año de 1984 y beneficia a 2,109 usuarios. Tiene una aportación media anual de agua de 135.0 Mm³ y su capacidad máxima de almacenamiento es de 34 Mm³. La cortina de la presa es de tipo flexible, construida con materiales graduados, y tiene un vertedor de excedencias de cresta libre con una avenida de diseño de 250 m³/s (Figura 5.9).

Figura 5.9. Obra de toma y mecanismos de la obra de toma de la presa José S. Noriega.



Fotos: IANL (2011).

La presa se abastece mediante una toma directa situada en la margen izquierda del río Conchos (San Fernando) en el sitio denominado “El Olmo” y consiste en una estructura de concreto reforzado provista de tres compuertas deslizantes con sus respectivos mecanismos elevadores de operación manual, tiene capacidad para 20 m³/s.

Posteriormente, a través de la obra de toma de la presa con capacidad de diseño de 12 m³/s, el agua se vierte en el canal principal Vaquerías con una longitud de tramo muerto de de 16.0 km, en donde a partir del cadenamiento 16+000 inicia la zona de riego. La operación de la infraestructura es a cargo del presero contratado por las unidades de riego.

En las Asociaciones Civiles no se elabora un programa de riego como tal ya que no cuentan con personal capacitado para realizarlo, solamente cuando van a empezar los riegos convocan a asamblea para ponerse de acuerdo de cuándo se tiene que abrir la compuerta de la presa y la secuencia de los usuarios para aplicar el riego.

La distribución del agua es por turnos, lo cual ocasiona la presencia de conflictos, ya que los primeros usuarios (aguas arriba) no respetan los turnos y afectan a los usuarios de aguas abajo.

- **Estaciones de bombeo.** A lo largo de 11.5 km del canal principal Vaquerías se encuentran 10 estaciones de bombeo, cuya fecha de construcción data de 1980 a 1984. En dichas estaciones se encuentran instalados un total de 58 equipos de bombeo y la capacidad instalada en cada estación de bombeo va desde 72 hasta 320 L/s. La mayoría de los equipos se encuentran en estado de conservación regular (Figura 5.10).

Figura 5.10. Ejemplo de estación de bombeo y su respectiva subestación eléctrica.



Fotos: IANL (2011).

- **Red de conducción y distribución.** Las unidades de riego que integran la SRL cuentan con un total de 146.9 km de canales, de los cuales 24.4 km (16.6%) son principales, 101.7 km (69%) son laterales y el resto sublaterales. Por otra parte, se tienen 107 km (73%) de canales entubados con tubería de PVC y los restantes 39.9 km (27%) se encuentran excavados en tierra. El estado de conservación de los canales sin revestir es malo y el de los canales entubados es regular.

- **Estructuras de medición.** En la zona de estudio no se cuenta con este tipo de estructuras, por lo que la estimación de los volúmenes de agua se realiza por experiencia del canalero. El canalero es el que controla la obra de toma del canal principal y los propios usuarios manejan sus plantas de bombeo y las represas de cada estación. La experiencia es la que les permite un manejo del agua en cada planta de bombeo, esta se regula por los tiempos de riego que le corresponden a cada productor ya que no cuentan con dispositivos de medición que funcionen.

Figura 5.11. Represas ubicadas en la red de conducción y distribución del agua.



Fotos: IANL (2011).

5.3.1.5. Producción agrícola y factores que influyen en la producción

Por la superficie sembrada, el sorgo es el cultivo principal en la zona de estudio, estableciéndose prácticamente en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno (Figura 5.12). Sin embargo, no se lleva ningún registro de las estadísticas hidrométricas (volúmenes utilizados, láminas de riego aplicadas, etc.) debido principalmente a la falta de estructuras de medición y a la falta de asesoría sobre la utilidad de esta información.

Figura 5.12. Cultivo de sorgo en la zona de riego del río Conchos.



Foto: IANL (2011).

De manera estimada, en un ciclo normal de producción de sorgo en el que se riega toda la superficie (4,687 hectáreas) se obtiene un valor de la producción del orden de \$21 millones de pesos (Cuadro 5.6).

Cuadro 5.6. Producción agrícola de sorgo en la SRL del río Conchos (2007).

Cultivo	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Prod. (ton)	Rend. (ton/ha)	Valor producción (miles \$)
Sorgo	4,687	4,687	11,717	2.5	21,092

Fuente: CONAGUA / IMTA (2007).

Existe potencial para producir cultivos hortícolas, como lo muestran algunas experiencias con sandía y pepino, sin embargo, estas representan un alto riesgo para los productores por las condiciones climáticas extremas (Por ejemplo, los usuarios mencionan que durante el riego, cuando se moja el follaje de las plantas, las altas temperaturas provocan “quemaduras” en éste).

En los últimos años el precio del sorgo ha tenido aumentos significativos que lo han hecho un cultivo redituable y seguro, sin embargo, por las mismas condiciones climatológicas, los productores han optado por realizar el mínimo de prácticas agrícolas para tener menores pérdidas cuando se presenten fenómenos meteorológicos extremos (sequías, heladas, etc.); es decir, tratan de asegurar sus ingresos sin arriesgar tanto.

5.3.1.6. Eficiencia en el uso del agua

Como ya se mencionó, en la zona estudio los equipos de bombeo carecen de dispositivos de medición del agua, sin embargo, se estima que el volumen total extraído por los equipos de bombeo es de 30.6 Mm³ (considerando un gasto total de 1,972 L/s y que en general se tienen 6 meses de riego).

Figura 5.13. Sistema de riego *side roll* en la zona del río Conchos.



Foto: IANL (2011).

Se cuenta con 3,987 hectáreas tecnificadas con sistemas de riego de pivote central y *side roll* (Figura 5.13), las cuales representan el 85% de la superficie total. Las 700 hectáreas restantes (15%) se riegan por gravedad.

En el Cuadro 5.7 se presentan las eficiencias de conducción y aplicación estimadas en las redes de conducción, distribución y aplicación parcelaria.

Cuadro 5.7. Eficiencias de conducción y aplicación en la zona de riego de la Sociedad del Río Conchos.

Asociación Civil	Eficiencias (%)				
	Conducción			Aplicación	Global
	Red principal	Red lateral	Red sublateral		
Asociación de usuarios de riego La Barreta	40	80	80	85	57
Usuarios de la Unidad de Riego San José de Vaquerías	40	90	90	75	55
Promedio	40	85	85	80	56

Fuente: CONAGUA / IMTA (2007).

Si se toma en cuenta que el promedio de las láminas de riego proporcionadas por los usuarios es de 60 cm, la superficie de riego de 4,687 hectáreas y la eficiencia global de 56%, se obtiene que el volumen necesario para el riego es de 39.9 Mm³/año. Este volumen es muy superior al volumen concesionado (25 Mm³/año), por lo que se observa que se presenta un déficit de agua para satisfacer los requerimientos de los cultivos en la zona de estudio, en donde a pesar de que buena parte de la superficie se encuentra tecnificada, se presentan bajas eficiencias por la falta de mantenimiento de los sistemas de riego, además de las fuertes pérdidas en la conducción que se tienen en el canal principal, el cual se encuentra excavado en tierra y en malas condiciones de conservación.

5.3.1.7. Principales problemas

Aunque algunos de los principales problemas que se presentan en las unidades de riego que conforman la sociedad ya se han esbozado en párrafos anteriores, a continuación se presenta una relación de la problemática identificada en el presente diagnóstico y en otros que se han hecho con anterioridad:⁹⁶

- No se tiene un registro confiable de los volúmenes extraídos de la fuente de abastecimiento (presa José S. Noriega) ni de los volúmenes entregados a los usuarios, debido a que no se cuenta con estructuras ni dispositivos de medición del agua.

⁹⁶ CONAGUA / IMTA. 2007. Plan Director de la Sociedad de Usuarios de Riego del Río Conchos de General Terán y China.

- El canal principal Vaquerías (24.4 km) y el canal lateral 16+000 margen izquierda se encuentran sin revestir, con fuertes problemas de azolve e infestación de maleza por la falta de mantenimiento oportuno, dando lugar a importantes pérdidas de agua (eficiencia de conducción del 40 %).
- Las plantas de bombeo no tienen un mantenimiento adecuado, aunque algunas de ellas ya han sido rehabilitadas. Cuentan con medidores volumétricos que no funcionan.
- El suministro de energía eléctrica es inadecuado, ya que se presentan variaciones de la corriente eléctrica, lo que provoca un deficiente funcionamiento de los equipos de bombeo, con el riesgo de provocar daños en los mismos.
- Los sistemas de riego se encuentran operando de forma deficiente, debido a la falta de capacitación para su manejo, además de las fugas por el desgaste de sus componentes y la falta de mantenimiento.
- Existe un problema severo de salinidad de los suelos por la falta de drenaje natural y artificial, en principio, y por las filtraciones del canal principal y la baja eficiencia de aplicación del riego, principalmente en las parcelas que se riegan por gravedad.
- El 62% de la red de caminos de servicio (109 km) se encuentra en mal estado.
- Se practica el monocultivo del sorgo con rendimientos bajos (2.5 ton/ha), por lo que es necesario diversificar la producción.
- Administrativamente hay problemas de autoridad en los Consejos Directivos de las asociaciones, en donde el Comisariado Ejidal tiene en ocasiones mayor poder de decisión que los propios directivos.
- En la distribución del agua se presentan problemas por la indefinición de la dirección del presero-canalero que recibe indicaciones tanto de la CONAGUA, como de algunos representantes de usuarios. Por esta razón no se regula bien el manejo del agua para el beneficio de las diferentes plantas de bombeo.
- La cuota por servicio de riego (\$25 pesos/ha/año) es insuficiente para cubrir las necesidades de operación y conservación.
- A pesar de contar con la misma fuente de abastecimiento, las diferentes plantas de bombeo no tienen una adecuada coordinación. Los intereses particulares ocasionan diferencias y conflictos.

5.3.1.8. Posibles soluciones a la problemática planteada

Como parte de los esfuerzos del Gobierno Federal para la modernización productiva del campo, se ha elaborado el Plan Director de la Sociedad de Usuarios de Riego del Río Conchos, el cual tiene como objetivo contribuir a elevar la economía y el nivel de vida de los productores agrícolas de las Asociaciones Civiles que constituyen la SRL, a través del incremento de la productividad agrícola de riego, mediante una estrategia integrada que vincule la demanda de los beneficiarios con mecanismos que aseguren la participación coordinada de instituciones y usuarios.

El plan director forma parte del desarrollo hidráulico integral de la cuenca del río San Fernando o Conchos, y contempla la realización de una serie de acciones estructurales y no estructurales como estrategias para resolver la problemática identificada, las cuales se mencionan a continuación.

Acciones estructurales:

- Elaboración de proyectos ejecutivos de revestimiento y/o entubamiento de las redes principales de conducción.
- Elaboración de proyectos ejecutivos de tecnificación del riego (aspersión y goteo principalmente).
- Elaboración de proyectos ejecutivos de rehabilitación de los sistemas de riego presurizados ya establecidos.
- Elaboración de proyectos ejecutivos de drenaje.
- Adquisición de maquinaria pesada (una retroexcavadora trascabo y un camión de volteo) y equipo ligero (tractor agrícola con implementos de mantenimiento).
- Ejecución de los trabajos de revestimiento y/o entubamiento de los canales principales en las dos AC.
- Ejecución de los trabajos de tecnificación del riego en las AC.
- Ejecución de los trabajos de drenaje.
- Rehabilitación de los caminos de acceso y servicio en las unidades de riego.

Acciones no estructurales:

- Reestructurar el funcionamiento administrativo y operativo del sistema de riego para que cumpla adecuadamente su función.
- Contratación de un ingeniero, preferentemente agrónomo con la especialidad de irrigación, para ocupar el puesto de Gerente Técnico.
- Desarrollar un programa de capacitación para usuarios, canaleros y directivos.
- Adquisición de equipo de cómputo para facilitar la elaboración de documentación de la SRL y AC.
- Contratación del servicio de un despacho contable para el seguimiento de la administración de la SRL y la elaboración de declaraciones fiscales de las AC y SRL.

Las acciones propuestas en el Plan Director requieren de una inversión global de más de \$62 millones de pesos para aplicarse en los próximos 15 años. Con la finalidad de reactivar la zona de riego, se estima que es conveniente realizar la mayor parte de las inversiones en los primeros cinco años (a corto plazo), tiempo suficiente para la consolidación de la SRL.

Para las inversiones programadas se está considerando una participación tripartita (gobierno federal con 50 %, estatal con 25 % y los usuarios con el 25% restante). El aporte de los usuarios dependerá de las gestiones que realicen ante autoridades estatales y municipales.

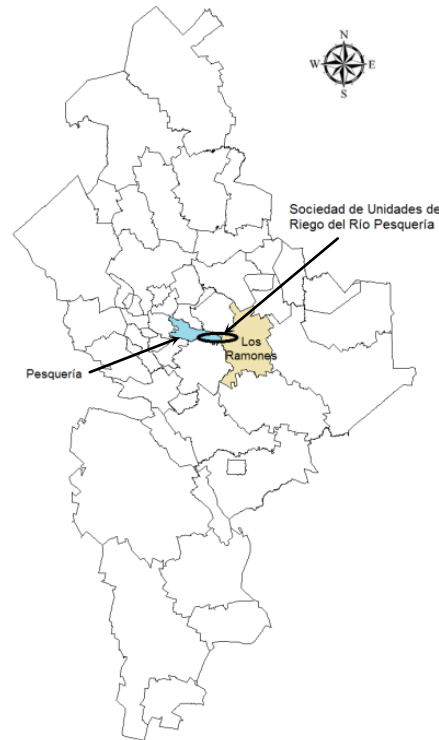
Con las acciones contempladas para modernizar la infraestructura se estima elevar la eficiencia global de la zona de estudio de 56 a 70%, con una recuperación estimada de 4.3 Mm³ de agua.

5.3.2. Sociedad de Unidades de Riego del Río Pesquería

5.3.2.1. Ubicación

Las unidades de riego que conforman la Sociedad de Unidades de Riego del Río Pesquería, se encuentran ubicadas en los municipios de Los Ramones y Pesquería, en el estado de Nuevo León. El área de riego se encuentra localizada entre las siguientes coordenadas geográficas: 25°49'05" y 25°37'21" de latitud norte y 99°31'19" y 99°51'49" de longitud oeste (Figura 5.14).

Figura 5.14. Ubicación de la Sociedad de Unidades de Riego del Río Pesquería.



Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA (2011).

La zona de estudio se encuentra en la región fisiográfica denominada Provincia Llanura Costera del Golfo del Norte y Subprovincia de Llanuras y Lomeríos. En la mayor parte de las áreas de cultivo se presentan pendientes de 3% a 20% que son terrenos llanos y lomeríos, con índices de obstrucción superficial que van de 2% hasta 35%, terrenos planos irregulares, pues en muchos casos no llevan una secuencia apta para el riego.

5.3.2.2. Antecedentes, organización y funcionamiento

Las unidades de riego que se ubican en los municipios de Pesquería y Los Ramones comparten las aguas del río Pesquería desde principios del siglo pasado, lo cual les otorga un significado histórico; pero lo que les permite reconocerse e identificarse por una causa común es el problema de 1998 cuando estuvieron a punto de perder el recurso que le da vida a sus comunidades, el agua, mediante un proyecto de entubamiento del río Pesquería. Este les permitió cohesionarse y cerrar filas para defender sus recursos y su vida. El proyecto se canceló después de una movilización impresionante de los productores con más de 120 de sus tractores. Así, este antecedente histórico es un parteaguas del desarrollo de la región.

Con el fin de dar mayor impulso a este grupo de unidades que busca mejores opciones a su sistema de producción, la CONAGUA les impulsa a organizarse y administrarse mejor para desarrollar un proceso de rehabilitación y modernización de sus zonas de riego. Por tal motivo, con este proyecto en el año 2007 se organizaron cuatro unidades de riego en Asociaciones Civiles: Asociación de Regantes de Santa María, Asociación de Regantes de San Isidro, Unidad de Riego Santa Fe y Unidad de Riego Los Higueros. Posteriormente se conjuntaron para integrar la “Sociedad de Unidades de Riego del Río Pesquería”, S. de R. L. de I. P. de C.V., organización jurídica que le da mayor poder de gestión.

La sociedad cuenta con una superficie de 10,170 hectáreas y beneficia a 457 usuarios (Cuadro 5.8). De acuerdo con la tenencia de la tierra, el 80% de los agricultores son pequeños propietarios, con el 95% de la superficie, y el 20% son ejidatarios con sólo el 5% de la superficie. El promedio de la superficie ejidal es de 3.6 ha/usuario y el de los pequeños propietarios es de 20.5 ha/usuario, aunque existen pequeños propietarios con más de 90 hectáreas.

Cuadro 5.8. Asociaciones Civiles que integran la Sociedad de Unidades de Riego del Río Pesquería.

Asociación Civil	Municipio	Superficie (ha)	No. de Usuarios	Volumen concesionado (miles de m ³)
Asociación de Regantes de Santa María	Pesquería	2,970	327	31,276
Asociación de Regantes de San Isidro	Pesquería	3,500	84	16,601
Unidad de Riego Santa Fe	Los Ramones	3,000	32	13,286
Unidad de Riego Los Higueros	Los Ramones	700	14	9,500
Total SRL		10,170	457	70,663

Fuente: elaboración propia con información de CONAGUA / IMTA (2007).

Todas las Asociaciones Civiles cuentan con un título de concesión del agua expedido por la CONAGUA en el año 2005, con lo cual adquieren seguridad jurídica para su uso

y aprovechamiento. Las unidades de riego contaban con reglamentos de operación, sin embargo, difícilmente se han podido aplicar dado que no existe un proceso organizativo que lo permita. En este proceso de integrar Asociaciones Civiles para constituir la SRL que ha permitido revisar las reglas de operación e iniciar su aplicación para el beneficio colectivo.

Actualmente todas las Asociaciones Civiles cuentan con reglamentos de operación, conservación y administración que deberán aplicarse para que se respeten los turnos de riego y se vaya adquiriendo mayores ventajas de la organización y administración.

Por otro lado, no se realiza una planeación técnica de la distribución del agua. Sin embargo, se encuentra bien estructurado su funcionamiento a través de la Asamblea General, en donde la mesa directiva conjuntamente con los usuarios definen la manera general en que se realizará la distribución del agua y los usuarios que iniciarán los riegos. El canalero es el responsable de entregar el agua al usuario que le corresponda su turno, no obstante, se tienen problemas con algunos usuarios que derivan agua sin que tengan derecho a su turno. En general se elabora un calendario de riegos.

La operación de las estructuras de control y distribución es manual y está a cargo del canalero y en ocasiones de los propios usuarios. La antigüedad y el deterioro de algunas de las existentes son una importante limitante para proporcionar un buen servicio de riego, teniendo como resultado fuertes pérdidas de agua y baja eficiencia en la aplicación de los riegos.

5.3.2.3. Recursos naturales

a) *Clima*

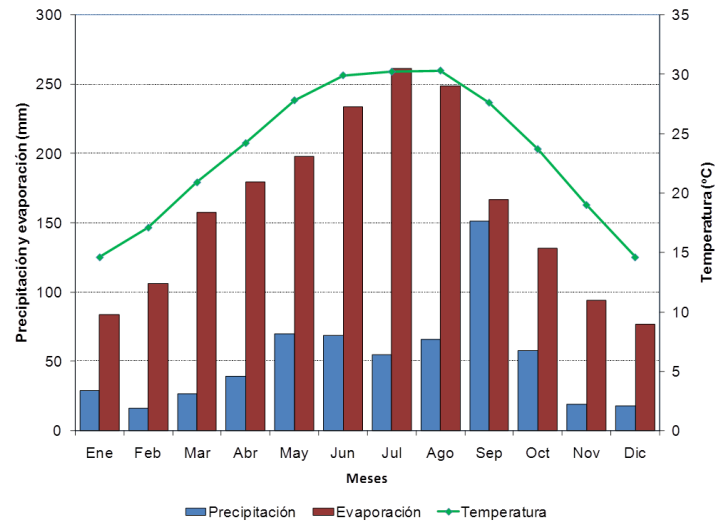
En la zona donde se ubican las unidades de riego el clima se clasifica como semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año (ACx), en donde se diferencian claramente cada una de las estaciones del año. Cabe aclarar que tanto el verano como el invierno son extremosos.

La estación meteorológica representativa de la zona de estudio es Los Ramones, la cual se localiza en el municipio del mismo nombre. Las coordenadas geográficas de dicha estación son las siguientes: 25° 41' 42" de latitud norte y 99° 38' 01" de longitud oeste, con una altitud de 210 m.

La temperatura media anual registrada en dicha estación meteorológica es de 23.3°C; la temperatura media máxima anual es de 30.2°C siendo el mes de agosto el más caluroso con una media máxima de 37.7°C; y la media mínima anual es de 16.5°C siendo el mes enero el más frío con una media mínima de 7.8°C.⁹⁷

⁹⁷SMN. 2011. Normales Climatológicas 1981-2010.

Figura 5.15. Climograma de la estación meteorológica Los Ramones.



Fuente: elaboración propia con información de SMN (2011).

La precipitación media anual es de 616.9 mm siendo el mes de septiembre el más lluvioso con una media mensual de 151.0 mm y el mes de febrero el más seco con una media de 16.4 mm.

La lámina de evaporación media anual es 1,937 mm, siendo el mes de julio el de mayor evaporación con una media mensual de 261.1 mm y diciembre el de menor evaporación con 76.8 mm.

b) Suelos

Los principales tipos de suelos localizados en la zona de estudio son Andosol, Vertisol y Litosol. Los suelos tienen profundidades que van de 0.5 a 1.5 m. Los suelos profundos son de origen aluvial. Entre ellos destacan los Vertisoles pélicos (Vp), de color negro, o bien gris oscuro, que se localizan en general en las partes más bajas de las zonas planas y en algunos lomeríos suaves. Son suelos sumamente arcillosos, con un contenido de arcilla que va del 40% al 65% en todo el perfil. Además presentan con frecuencia Xerosol clásico (Xc) pobres en humus, presentando acumulación de cal en el subsuelo.

Los suelos son limo arcillosos de textura media. En la época de sequía presentan grietas anchas y profundas que alcanzan, en ocasiones, más de 5 cm de ancho y 10 cm de profundidad. Son ligera o moderadamente alcalinos, y en ocasiones salinos y sódicos como se observa en las tierras abandonadas por salinidad aproximadamente un 25% del total de los terrenos de las unidades de riego San Isidro, Santa María, Santa Fe, y los Higueros; frecuentemente poseen altos contenidos de carbonato de calcio. Se observa otro tipo de Vertisoles es el denominado crómico (Vc), propio de terrenos algo mejor drenados que los ya mencionados, como son los llanos de

pendiente apreciable o los lomeríos. Con tipo de textura media, parecida a los limos de los ríos, con abundante limo.

Estos suelos son de color pardo o rojizo, tan arcillosos como los pélicos, pero menos profundos y más esqueléticos. Ambos son suelos fértiles con pocas limitantes para la agricultura, salvo en el caso de aquéllos que sean inundables, salinos. En algunos de los lomeríos suaves de estas unidades de riego se encuentra un tipo de suelo poco desarrollado que se denomina Regosol, el cual presenta con frecuencia riesgos de erosión.

En la zona de estudio aproximadamente el 50 % de la superficie (5,000 ha) presenta problemas de salinidad de suelos por causa de drenaje superficial deficiente, ocasionado principalmente por la topografía natural, suelos planos y malos trazos de riego, aspectos que provocan que en la temporada de lluvias y en la aplicación del riego se presentan inundaciones que paulatinamente propician los problemas de ensalitramiento (Figura 5.16).

Figura 5.16. Suelos ensalitrados en la zona de riego del río Pesquería.



Foto: IANL (2011).

En el caso de la unidad de riego San Isidro, el bordo de la vía férrea no cuenta con estructuras de drenaje para el desalojo del agua pluvial, lo cual provoca que se presente un embalse en la zona agrícola y en consecuencia el ensalitramiento de aproximadamente 850 hectáreas.

c) Vegetación

La vegetación endémica de la región es el matorral espinoso tamaulipeco, el cual predomina en la zona; sin embargo, por acciones antropogénicas es más común observar el matorral mediano espinoso con espinas laterales de chaparro prieto (*Acacia rigidula*) con guayacán (*Porliferia angustifolia*) y palma pita (*Yuca Filifera*) en suelos gravosos.

d) Hidrología

Las unidades de riego que conforman la sociedad de usuarios del río Pesquería, se encuentran inmersas en la Región Hidrológica No. 24 Río Bravo-Conchos que se ubica en el centro y norte del estado. La cuenca hidrográfica corresponde a la del río Bravo-San Juan y la subcuenca es la del río Pesquería. La corriente principal que abastece la zona de riego es precisamente éste último río, que tiene como afluente el arroyo Ayacahual.

El río Pesquería fue durante algún tiempo uno de los ríos más contaminados del país. Sin embargo, con la construcción de tres plantas de tratamiento de aguas residuales (Cuadro 5.9) que dan servicio a la ciudad de Monterrey y a una parte de su zona metropolitana, el agua ha mejorado notablemente su calidad, clasificándose como de buena calidad para riego conforme a la norma NOM-003-ECOL-1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se vuelvan a usar en servicio al público.

Cuadro 5.9. Plantas de tratamiento de aguas residuales que descargan al río Pesquería.

Nombre	Municipio	Localidad	Proceso	Gasto instalado (L/s)	Gasto tratado (L/s)	Cuerpo receptor
Santa Rosa	Apodaca	Santa Rosa	Lodos activados	200	64	Río Pesquería
Norte	General Escobedo	Escobedo		2,500	2,200	
Dulces Nombres	Pesquería	Pesquería		5,000	4,900	

Fuente: SADM (2011).

5.3.2.4. Infraestructura

La infraestructura que se tiene para proporcionar el servicio de riego a los usuarios de las Asociaciones Civiles que conforman la sociedad, se compone básicamente de lo siguiente:

- 4 presas derivadoras
- Red de canales de conducción y distribución del agua
- Estructuras de regulación, distribución y medición del agua
- Red de caminos de servicio

A continuación se describen brevemente cada uno de estos grupos de infraestructura.

- **Presas derivadoras.** En la zona de riego existen cuatro presas derivadoras sobre el río Pesquería, una por cada Asociación Civil. Estas presas fueron construidas por la extinta Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) y todas tienen más de 50 años operando, por lo que se encuentran en estado de conservación de malo a regular (Figura 5.17).

Figura 5.17. Presas derivadoras de la Sociedad de Unidades de Riego del Río Pesquería.



a) Santa María La Floreña



b) San Isidro



c) Santa Fé



d) Los Higueros

Fotos: IANL (2011).

- **Red de distribución.** La red de distribución está compuesta por 128.4 kilómetros de canales (51.6 km de canales principales, 57.9 km de laterales y 18.9 km de sublaterales), de los cuales solamente el 2.8% (3.7 km) se encuentran revestidos y el restante 97.2% (132.1 km) se encuentran excavados en tierra. Su estado de conservación en general va de regular a malo (Figura 5.18).

Figura 5.18. Red de canales de las unidades de riego del río Pesquería.



Fotos: IANL (2011).

- **Estructuras de regulación y distribución.** Este tipo de estructuras permiten el correcto manejo y distribución del agua a las parcelas. La sociedad de usuarios cuenta en total con 399 tomas laterales y directas cuyo estado de conservación en general es malo (Figura 5.19).

Figura 5.19. Estructuras de regulación y control de la Sociedad de Unidades de Riego del Río Pesquería.



Fotos: IANL (2011).

- **Estructuras de protección.** Son aquellas que se construyen para evitar el deterioro de los canales. En la red de distribución de las unidades de riego que conforman la sociedad del río Pesquería, se tienen solamente tres estructuras de este tipo (dos desfogues y una caída), cuyo estado físico es malo (Figura 5.20).

Figura 5.20. Estructuras de protección en la red de distribución de la Sociedad de Unidades e Riego del Río Pesquería.



Fotos: IANL (2011).

- **Estructuras de medición.** En la red de distribución se tienen instalados 15 distribuidores y tres estructuras de aforo, que en conjunto hacen un total de 18 estructuras de medición del agua cuyo estado físico de conservación es malo.
- **Red de caminos.** La zona de estudio se encuentra bien comunicada con autopistas y carreteras pavimentadas. Se cuenta con un total de 115 km de caminos de servicio, de los cuales el 60 % se encuentra en malas condiciones, el 25 % en regulares y el 15 % en buenas condiciones (Figura 5.21).

Figura 5.21. Camino de servicio en la zona de riego del río Pesquería.



Foto: IANL (2011).

- **Red de drenaje.** Debido a que en la zona de estudio se ubica en un relieve plano, no existe un buen sistema natural de drenaje superficial, lo que provoca inundaciones en gran parte de la superficie agrícola. En las unidades de riego Santa Fe y Las Higueras se requiere de un dren superficial de aproximadamente siete kilómetros de longitud para desalojar los escurrimientos pluviales y los excedentes de riego.

Al interior de las parcelas, dadas las condiciones de micro-relieve de la zona de riego, que no existe un buen sistema natural de drenaje superficial parcelario, por lo que existe un proceso de ensalitramiento acelerado. Se requiere instalar sistemas de drenaje parcelario para disminuir y/o detener dicho proceso.

5.3.2.5. Producción agrícola y factores que influyen en la producción

Los principales cultivos que se establecen en la región son el sorgo y el trigo (Figura 5.22). Los rendimientos de estos cultivos en general son bajos (4.0 ton/ha de sorgo y 3.5 ton/ha de trigo), pero los buenos precios de los productos en los últimos años y la poca inversión que requieren los cultivos, les permite a los agricultores mantenerse en esas condiciones de rendimiento. Se estima que con un buen manejo de los cultivos (control de malezas, uso apropiado de fertilizantes, etc.) podrían alcanzarse rendimientos de hasta 5.5 ton/ha de sorgo y 5.0 ton/ha de trigo.

Figura 5.22. Cultivo de sorgo en la zona de riego del río Pesquería



Foto: IANL (2011).

No obstante, la experiencia de los productores les indica que en las condiciones en que vienen produciendo no les es redituable invertir demasiado en el cultivo ya que si bien aumentan la productividad, aumentan sensiblemente sus costos de producción. Prefieren correr menos riesgos y adquirir una utilidad segura. De esa manera no se practican de forma adecuada los paquetes tecnológicos recomendables en la zona. La aplicación tecnológica es una variable con la que juega el productor para no correr riesgo o para obtener mejores ingresos.

5.3.2.6. Eficiencia en el uso del agua

Se estima que el volumen total derivado del río Pesquería hacia las zonas de riego anualmente es de 85.3 Mm³. Este valor se calculó con base en los gastos de las obras de toma de las presas derivadoras y considerando un período de riego de 240 días que corresponde al tiempo promedio de aplicación del riego a los cultivos. Sin embargo, no se cuenta con la información de volúmenes derivados a nivel de red mayor (canales

principales), red menor (laterales y sublaterales) y tomas granja, debido principalmente a la falta de infraestructura de medición.

Se estima que la eficiencia de conducción promedio de las unidades que integran la sociedad es de 57.5%, y la de aplicación de 45.0%, por lo que la eficiencia global es del orden de 25.3% (Cuadro 5.10).

Cuadro 5.10. Eficiencias de conducción y aplicación en la zona de riego de la Sociedad del Río Pesquería.

Asociación Civil	Eficiencias (%)			
	Conducción		Aplicación	Global
	Red principal	Red lateral		
Asociación de Regantes de Santa María	55	55	40	25.3
Asociación de Regantes de San Isidro	60	60	40	25.3
Unidad de Riego Santa Fe	60	60	40	25.2
Unidad de Riego Los Higueros	55	55	35	27.6
Promedio	57.5	57.5	45.0	25.3

Fuente: CONAGUA / IMTA (2007).

La unidad de riego Los Higueros es la única que cuenta con aproximadamente 100 hectáreas tecnificadas con sistema de pivote central móvil, las demás unidades riegan por gravedad. En ninguna UR se han realizado trabajos de nivelación de tierras debido principalmente a los altos costo por las condiciones de microrrelieve. Se requieren emparejamientos y trazos de riego para proporcionar pendientes adecuadas para la aplicación del riego. Todo esto trae como consecuencia que se tengan bajas eficiencias en la aplicación del riego.

5.3.2.7. Principales problemas

- No se lleva un registro adecuado de las cantidades de agua derivadas de las presas, ni mucho menos en las parcelas.
- Prácticamente la mayor parte de la red de distribución se encuentra excavada en tierra, con fuertes problemas de azolve e infestación de maleza por la falta de mantenimiento oportuno, dando lugar a importantes pérdidas de agua (eficiencia de conducción del 57.5 %).
- La mayoría de las estructuras están en malas condiciones físicas y operativas.
- Existe problema severo de salinidad por la falta de drenaje natural y artificial, en principio por las filtraciones del canal principal y la baja eficiencia de aplicación del riego, principalmente en las zonas de riego por gravedad.
- El 62.5 % (72.1 km) de la red de caminos de servicio se encuentra en mal estado.

- Los cultivos que practican son el sorgo, sorgo forrajero y trigo con rendimientos de regulares a bajos.
- Cada AC maneja su administración y su agua según acuerdos de asamblea, pero les hace falta una mayor organización tanto administrativa como técnica.
- No existen reglas de operación que permitan regular en forma más adecuada todo este sistema de riego que existe en la región.
- La cuota por servicio de riego es insuficiente incluso para los trabajos de operación y conservación urgentes y necesarios.

5.3.2.8. Posibles soluciones a la problemática planteada

Acciones estructurales:

- Elaboración de proyectos ejecutivos de rehabilitación de estructuras de regulación, distribución, protección, cruce y medición.
- Elaboración de proyectos ejecutivos de revestimiento y/o entubamiento de las redes principales de conducción.
- Elaboración de proyectos ejecutivos de tecnificación del riego (aspersión y goteo principalmente).
- Elaboración de proyectos ejecutivos de rehabilitación de los sistemas de riego presurizados ya establecidos.
- Elaboración de proyectos ejecutivos de drenaje.
- Adquisición de maquinaria pesada (una retroexcavadora trascavo y un camión de volteo) y equipo ligero (tractor agrícola con implementos de mantenimiento).
- Ejecución de los trabajos de la rehabilitación de estructuras, de revestimiento y/o entubamiento de los canales principales, tecnificación del riego, drenaje y los caminos de acceso y servicio en las UR.

Acciones no estructurales:

- Contratación de un ingeniero preferentemente agrónomo con la especialidad de irrigación para ocupar el puesto de Gerente Técnico.
- Desarrollar un programa de capacitación a todos los niveles (usuarios, canaleros, directivos, etc.).
- Adquisición de equipo de cómputo para facilitar la elaboración de documentación de la SRL y AC.
- Contratación del servicio de un despacho contable para el seguimiento de la administración de la SRL y la elaboración de declaraciones fiscales de las AC y SRL.

Para las inversiones programadas se está considerando una participación tripartita (gobierno federal con 50%, estatal con hasta un 25% y usuarios con el restante 25%). El desarrollo de las acciones contempladas en el Plan Director permitirán incrementar la eficiencia del uso del agua de un 25.3% a por lo menos un 50%, mejorar y conservar la infraestructura hidroagrícola, e incrementar en cantidad y calidad la producción agrícola de las 10,170 hectáreas de la zona de estudio.

5.4. Oportunidades de investigación aplicada

En las unidades de riego del estado de Nuevo León existen varias oportunidades de investigación que pueden estar orientadas hacia diversos propósitos. Una línea de investigación importante es la que se refiere al desarrollo de modelos integrales de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la gestión del agua en las unidades, principalmente para la recopilación y seguimiento de las estadísticas agrícolas e hidrométricas que se generan en ellas, así como para mantener actualizado el directorio y los padrones de usuarios. Este es un problema que, en general, todavía no ha sido subsanado en México, y específicamente en Nuevo León, pues no se tiene información actualizada y confiable respecto al uso del agua en las unidades de riego.

Otra línea de investigación aplicada deberá enfocarse hacia la determinación de las necesidades reales de agua de los cultivos con la finalidad de estimar los calendarios de riego óptimos que eviten desperdicios del vital líquido por sobreirrigación (lo cual es muy común en las unidades de riego) y que permitan obtener una mayor eficiencia en la aplicación del agua. Sin embargo, para que esto sea efectivo, es necesario primero rehabilitar la infraestructura hidroagrícola existente y cambiar los métodos tradicionales de riego por sistemas más eficientes que permitan ahorrar agua. Asimismo, es preciso trabajar para cambiar la mentalidad de los productores que están acostumbrados a regar sus cultivos por inundación, ocasionado con ello no sólo el despilfarro del líquido vital, sino también el ensalitramiento de sus terrenos.

Con respecto a esto último, otra oportunidad de investigación es la relacionada con la aplicación del drenaje agrícola en las unidades de riego, específicamente en las unidades que integran la sociedad del río Pesquería, donde se tienen graves problemas de ensalitramiento de los suelos por falta de drenaje natural y artificial. Es importante realizar un estudio de salinidad de los suelos en la zona y diseñar e instalar sistemas demostrativos de drenaje parcelario, de tal manera que los productores puedan observar las ventajas del drenaje agrícola en el revertimiento de la salinidad de los suelos y en el aumento de la productividad de los cultivos.

REGIÓN CITRÍCOLA

La región citrícola del estado de Nuevo León es reconocida en México por ser cuna del cultivo de los cítricos (naranja, mandarina y toronja). El estado ocupa un lugar destacado en este rubro, tanto por la superficie destinada a su cultivo como por el volumen y la calidad de la fruta cosechada, características que lo ubican en el sexto lugar a nivel nacional.

La citricultura representa una actividad agrícola preponderante en virtud de su aportación a la producción nacional en un 14%; contribución del 23% del PIB primario del estado y del 95% del volumen de producción de frutales correspondiendo al 72% del valor de la producción frutícola estatal. La especie más importante es la naranja valencia con el 83% del total.⁹⁸

El valor agregado de esta actividad económica es bastante atractivo: con más de 174 millones de pesos, además de la derrama económica que trae consigo la comercialización de combustibles, lubricantes, transporte, mano de obra – principalmente en la cosecha–, agroquímicos y fertilizantes, sistemas de riego, plásticos, cajas de cartón, entre otros insumos y servicios incluyendo la industrialización y comercialización. Por otro lado, la región representa una significativa área verde generadora de oxígeno, provee beneficios ambientales para la sociedad, fauna y flora, además de ser una fuente importante de polen para la apicultura que se desarrolla en esta zona.⁹⁹

En este contexto, debido a la importancia que tiene la región citrícola en el estado de Nuevo León, el presente capítulo se incluye con la finalidad de realizar un diagnóstico específico sobre la producción agrícola en esta zona y sobre la gestión y el uso del agua que se realiza en la misma, con el propósito de identificar oportunidades de mejora y posibles líneas de investigación-acción que permitan fomentar el uso eficiente del vital líquido y su aprovechamiento sustentable.

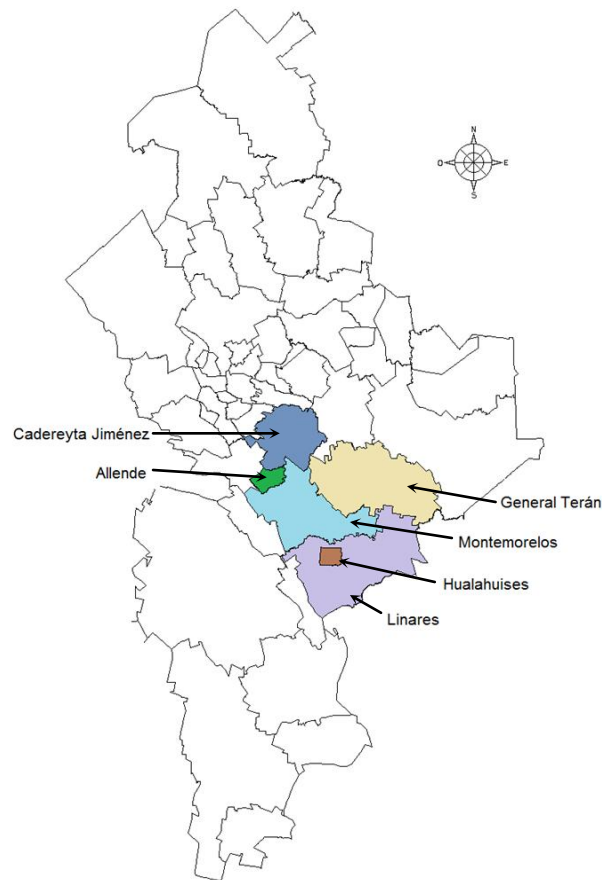
⁹⁸GENL. 2009. Plan de Desarrollo Urbano para la Región Cítrica del Estado de Nuevo León.

⁹⁹FAO / GENL. s/f. Estrategia para el Desarrollo de la Región Citrícola del Estado de Nuevo León.

6.1. Ubicación

La región citrícola de Nuevo León está conformada principalmente por los municipios de Linares, Allende, Montemorelos, Hualahuises, General Terán y Cadereyta Jiménez, los cuales se ubican en la parte central del estado (Figura 6.1). En conjunto, estos municipios conforman la zona citrícola, con aproximadamente 4,836 huertas establecidas en 30,336 hectáreas.

Figura 6.1. Municipios que integran la región citrícola de Nuevo León.



Fuente: adaptado de GENL (2010).

La región se ubica dentro de la provincia fisiográfica denominada Llanuras Costeras del Golfo, caracterizada por planicies y lomeríos de pendiente suave, y tiene una altitud media de 500 metros sobre el nivel del mar.

6.2. Antecedentes y organización del sector citrícola

La región citrícola del estado de Nuevo León representa una de las áreas de tradición agrícola, propietaria de un patrimonio natural alrededor del cual se ha construido su sociedad, economía y cultura. Históricamente es a partir de la década de los cuarenta

cuando la región citrícola de Nuevo León inicia su periodo de expansión económica, propiciada particularmente por la producción de cítricos y otras actividades relacionadas; así la agricultura se convierte en una actividad dinámica e impulsadora de empleos dentro de la zona.¹⁰⁰ La mayor parte de la población de los municipios que integran la región dependen directa o indirectamente de esta actividad, pues se considera que ésta genera millones de jornales anuales durante la producción y manejo de la cosecha.

El sector citrícola del estado se encuentra representado por diversas organizaciones que protegen los intereses del gremio. El Comité Estatal de Sanidad Vegetal es el encargado de coordinar las acciones con relación a la sanidad de las huertas, apoyado por las Juntas Locales de Sanidad Vegetal. A nivel local, los citricultores se encuentran organizados en asociaciones municipales, y además existe la Unión Estatal de Citricultores que representa los intereses de los productores primarios. Los empaques se encuentran agrupados en la Asociación Mexicana de Empacadoras de Cítricos, A.C. Existe también el Fondo de Aseguramiento Citrícola de Nuevo León que atiende el seguro agrícola de los productores, y el Consejo Estatal Citrícola que representa a toda la cadena productiva de cítricos, incluyendo productores, empaques, procesadores y comercializadores.¹⁰¹

A continuación se presenta la relación de las principales organizaciones que conforman el sector citrícola del estado:

- ✓ Unión Estatal de Citricultores
- ✓ Consejo Estatal Citrícola
- ✓ Comité Estatal de Sanidad Vegetal
- ✓ Comité Regional de Sanidad Vegetal
- ✓ Fondo de Aseguramiento Citrícola de Nuevo León
- ✓ Asociación Mexicana de Empacadoras de Cítricos, A.C.
- ✓ Asociación Local de Montemorelos, A.C.
- ✓ Asociación Municipal de Citricultores de General Terán, A.C.
- ✓ Asociación de Citricultores de Allende
- ✓ Asociación Municipal Agrícola de Productores de Cítricos de Linares
- ✓ Asociación de Citricultores de Cadereyta
- ✓ Junta Local de Sanidad Vegetal de Montemorelos
- ✓ Junta Local de Sanidad Vegetal de General Terán
- ✓ Junta Local de Sanidad Vegetal de Allende
- ✓ Junta Local de Sanidad Vegetal de Linares
- ✓ Junta Local de Sanidad Vegetal de Hualahuises
- ✓ Junta Local de Sanidad Vegetal de Cadereyta

¹⁰⁰ GENL. 2009. Plan de Desarrollo... *Ibid.*

¹⁰¹ GENL / SAGARPA (2002). 2002. Situación de la Citricultura del Estado de Nuevo León.

6.3. Recursos naturales

a) Clima

En general, la región citrícola de Nuevo León posee un clima y una serie de recursos naturales característicos de una zona tipo mediterráneo.¹⁰² El clima está influenciado por la invasión de masas de aire seco del norte (cálido o frío dependiendo de la época del año), y las masas de aire cálido húmedo del Golfo de México, el choque de dichos frentes en invierno produce nublados y lluvias que en algunos años son de consideración.¹⁰³

La precipitación total anual varía entre los 750 y 2,350 mm, presentándose los valores más altos al sureste de Allende y Montemorelos, así como en el noreste en la comunidad La Concepción del municipio de Montemorelos. Los valores más bajos se registran muy cerca de General Terán. Se considera que más del 50% de la precipitación se presenta en el ciclo de siembra de verano (julio, agosto, septiembre y octubre).

En cuanto a la temperatura, la región tiene una temperatura media anual de 23°C, siendo las temperaturas mínimas y máximas extremas de -2.5° y 42°C, respectivamente. El período de heladas corresponde a los meses de diciembre, enero y los primeros 15 días de febrero. La ubicación geográfica de la región citrícola, propicia que durante el invierno de cada año exista el riesgo de que se presenten temperaturas muy bajas, las cuales pueden dañar la fruta, follaje, ramas y afectar el árbol, dependiendo de la temperatura más baja alcanzada y el tiempo de duración de ésta. Las heladas son un fenómeno común en esta región, se han presentado heladas de consideración en 1949, 1951, 1958, 1962, 1968, 1974 y 1978. La helada más severa fue la del año 1962, ya que se eliminó casi un millón de árboles y la zona casi no se reimplantó. El clima favorece un ritmo de crecimiento y fructificación ordenados. En general se presenta una sola floración, existiendo el crecimiento vegetativo más importante del año.¹⁰⁴

b) Suelos

La constitución del suelo en la región citrícola varía en concentración para cada uno de los municipios. Los suelos orgánicos con fase lítica se clasifican en base a la profundidad de sus capas, las cuales son menores a 50 cm, lo que los hace propicios para uso orgánico-agrícola.

¹⁰² FAO / GENL. s/f. Estrategia para el Desarrollo... *Ibíd.*

¹⁰³ Paz V., J. J. 1981. Agroecosistemas de Cítricos en la Zona Centro de Nuevo León.

¹⁰⁴ Rocha-Peña, M.A. y Padrón-Chávez, J.E. (Eds.) 2009. El Cultivo de los Cítricos en el Estado de Nuevo León.

Las zonas productoras presentan suelos limo-arenosos y tierras de aluvión o limo-arcillosos profundos bien drenados. Todas las especies cultivadas de cítricos poseen sistemas radiculares superficiales los cuales no toleran la competencia con otras raíces, ni el estancamiento de agua ocasionada por el mal drenaje, lo cual implica también que no se permitan las labores culturales profundas.¹⁰⁵

En esta región se presentan cuatro grandes grupos de suelos: vertisol, xerosol, cambisol y regosol, principalmente, los cuales representan el 60%, 20%, 15% y 5% del área plantada con cítricos, respectivamente. Estos tipos de suelos presentan las siguientes características:

- **Vertisol:** Son suelos de textura arcillosa y pesada, y se agrietan notablemente al secarse. Se encuentran prácticamente en todos los municipios citrícolas y ocupan la mayor parte de Montemorelos y Hualahuises (Figura 6.2).
- **Xerosol:** Son suelos con un horizonte A de color claro y contenido de materia orgánica moderado. Con agua de riego son capaces de elevar la producción agrícola. Se localizan principalmente en General Terán y parte de Montemorelos.

Figura 6.2. Suelos vertisoles en la región citrícola.



Foto: IANL (2011).

- **Cambisol:** Son suelos con horizonte A de color claro (con o sin materia orgánica y pobre en nutrientes). Alta producción agropecuaria que debe mantenerse mediante fertilización. Se localiza principalmente en el municipio de Montemorelos.
- **Regosol:** Son suelos formados por materiales no consolidados, carecen de horizonte de diagnóstico, excepto posiblemente un horizonte A pálido. Se localiza principalmente en Allende y Cadereyta Jiménez.

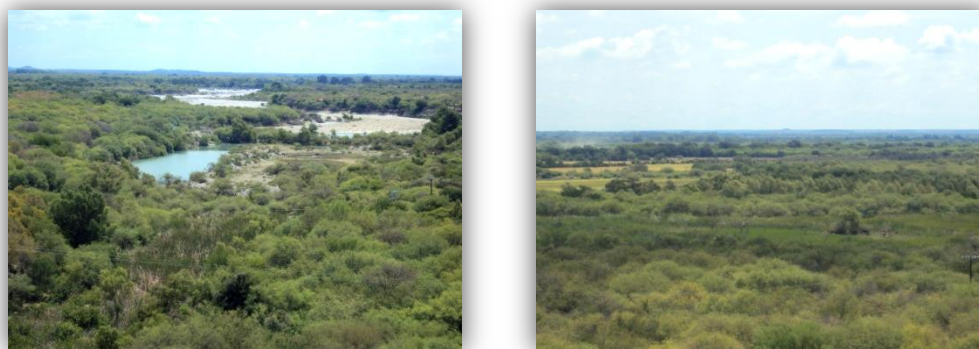
¹⁰⁵ Oaxaca, T.J. 1982. La Citricultura en el Estado de Nuevo León.

- **Textura y pH de los suelos:** En general los suelos de la región citrícola de Nuevo León tienen contenidos que varían de 14-22% de arena, 28-34% de limo y 48-56% de arcilla, lo que los coloca en la clase de textura fina; esta última característica proporciona una alta capacidad de retención de agua y alta susceptibilidad a la compactación. El pH es un factor que influye de manera importante en la disponibilidad de los nutrimentos en el suelo. La máxima disponibilidad se obtiene cuando el pH de la solución de suelo está ligeramente por debajo de la neutralidad entre 6.0 y 6.5. En la mayoría de las huertas de la región citrícola el pH del suelo varía de 7.9-8.1, a consecuencia de altas concentraciones de carbonatos de calcio.¹⁰⁶

c) Vegetación

En la zona citrícola los principales tipos de vegetación que se desarrollan son: matorrales altos espinosos, matorral mediano subinermes, matorral alto subinermes, matorral bajo espinoso con espinas laterales, bosque caducifolio espinoso de mezquite, bosque aciculiescuamifolio, matorral crasirosulifolio espinoso, bosque esclerófilo de encinos, bosque esclero-aciculifolio de encino, bosque aciculilinearifolio de pinos.¹⁰⁷

Figura 6.3. Ejemplos de vegetación de la región citrícola.



Fotos: IANL (2011).

d) Hidrografía

Debido a que esta región se encuentra al pie de la Sierra Madre Oriental, es atravesada por un gran número de ríos que son afluentes de los grandes ríos del noreste. Existen en la región diversos afluentes que la atraviesan los cuales, aunque no son de anchura suficiente como para permitir la navegación, mantienen un caudal constante e incrementan su nivel en épocas de lluvias debido a la gran cantidad de arroyos que los alimentan.¹⁰⁸

¹⁰⁶ Rocha-Peña, M.A. y Padrón-Chávez, J.E. (Eds.) 2009. El Cultivo de los Cítricos... *Ibíd.*

¹⁰⁷ Oaxaca, T.J. 1982. La Citricultura... *Ibíd.*

¹⁰⁸ SIAFC, 2003.

La región citrícola cuenta con disponibilidad de agua procedente de los ríos: Ramos, Pílon, San Juan y Pesquería; sin embargo los ríos Potosí, Camacho y Pablillo también son proveedores de agua para el municipio de Linares.

Figura 6.4. Panorámicas del río Pílon.



Foto: IANL (2011).

Además existen otros arroyos de menor importancia, como son: Mohinos, El Encadenado, El Salado, El Pomona, San Lorenzo y San Fernando.

Las presas de almacenamiento de agua que se ubican en la región son: Cerro Prieto, La Estrella, El Petril, Los Mimbres y Los Cristales, siendo la primera de ellas una de las más importantes del estado por su capacidad (400 Mm³).

6.4. Producción agrícola y factores que influyen en la producción

En la región citrícola de Nuevo León se localizan un total de 4,836 huertas de cítricos que ocupan una superficie plantada de 30,336 hectáreas, siendo la variedad principal la naranja valencia con una superficie de 16,583 hectáreas, que representan el 54.6% de la superficie total (Cuadro 6.1).

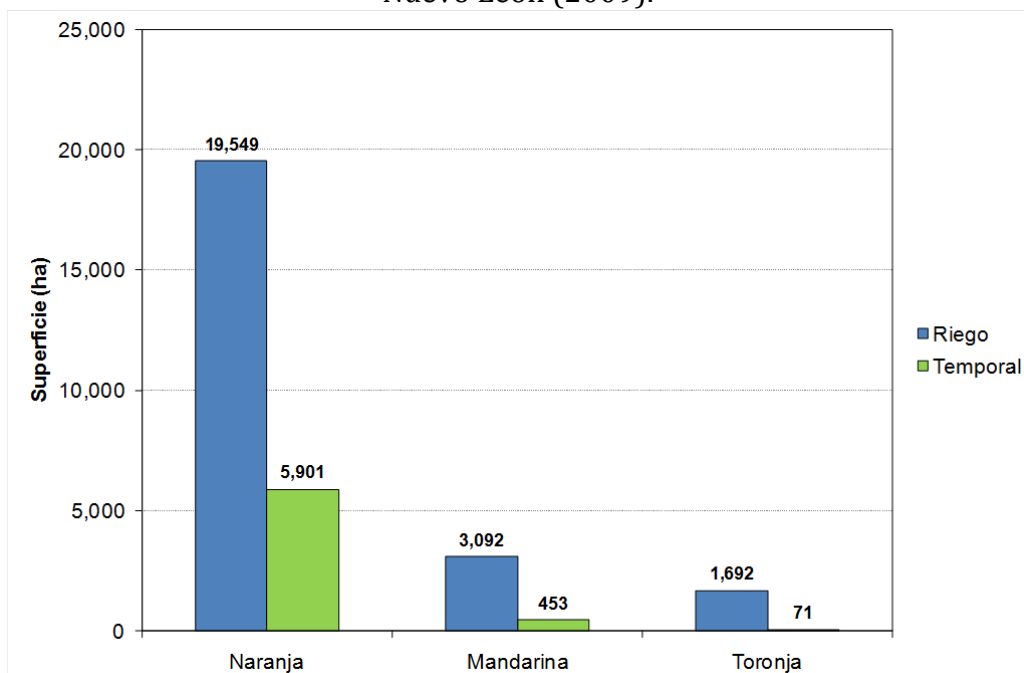
De la superficie total de cítricos, se tienen 6,175 hectáreas de temporal y 24,161 hectáreas de riego, que corresponden al 20.3% y 79.7%, respectivamente. En el año 2009 se obtuvo una producción de cítricos de más de 420 mil toneladas, con un valor de la producción que supera los 463 millones de pesos, de los cuales el 89.4% corresponde al valor de la producción de riego, y el restante 10.6% a la de temporal (Cuadro 6.2).

Cuadro 6.1. Variedades de cítricos establecidas en la región citrícola de Nuevo León (2006).

Variedad	Temporal		Riego		Total	
	No. de huertas	Superficie (ha)	No. de huertas	Superficie (ha)	No. de huertas	Superficie (ha)
Valencia	799	4,180	1,362	12,403	2,161	16,583
Marrs	207	962	748	3,992	955	4,954
Hamlin	38	269	279	1,739	317	2,008
Washington	35	113	96	586	131	699
Dancy	104	375	573	2,891	677	3,266
Orlando	1	4	10	73	11	77
Rubí	11	35	137	562	148	597
Río	12	103	85	473	97	576
March	3	15	33	180	36	195
Star	4	9	98	473	102	482
Otras	18	110	168	789	186	899
Total	1,247	6,175	3,589	24,161	4,836	30,336

Fuente: GENL (2006). Nuevo León, por un Campo Productivo y de Oportunidades.

Figura 6.5. Superficie sembrada de cítricos por especie y modalidad de cultivo en Nuevo León (2009).



Fuente: elaboración propia con información de SAGARPA-SIAP (2009).

Cuadro 6.2. Valor de la producción y valor agregado que genera la producción de cítricos en el estado de Nuevo León (2009).

Modalidad	Superficie (ha)	Producción (ton)	Valor de la producción (miles \$)	Insumos (miles \$)	Valor agregado (miles \$)
Riego	20,917	376,503	414,153	254,976	159,177
Temporal	5,553	44,422	48,864	33,139	15,725
Total	26,470	420,925	463,017	288,115	174,902

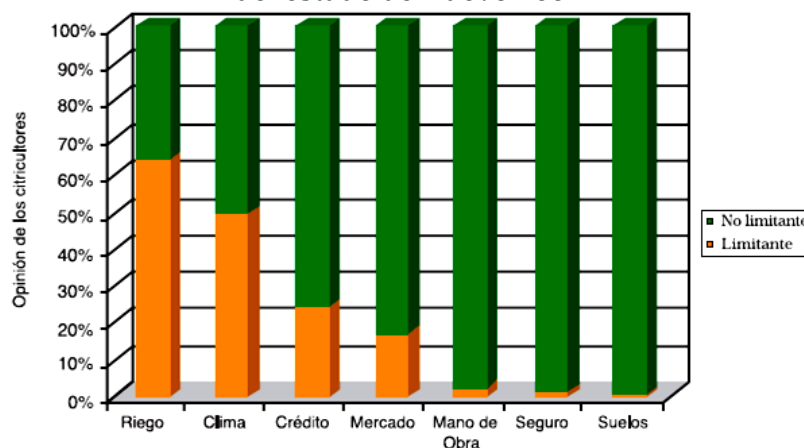
Fuente: GENL (2009).

El valor agregado de la producción en ese año fue bastante atractivo: con más de 174 millones de pesos, además de la derrama económica que trae consigo la comercialización de combustibles, lubricantes, transporte, mano de obra – principalmente en la cosecha–, agroquímicos y fertilizantes, sistemas de riego, plásticos, cajas de cartón, entre otros insumos y servicios incluyendo la industrialización y comercialización.

Además del cultivo de los cítricos, en la región se desarrollan otras actividades agrícolas como son la producción de granos y forrajes (maíz, trigo, sorgo, frijol y avena) y hortalizas (siendo el cultivo predominante el chile verde).¹⁰⁹

Ahora bien, con respecto a los factores limitantes de la producción de cítricos en esta región, de acuerdo con los resultados de la encuesta citrícola realizada en el estado de Nuevo León¹¹⁰, los dos principales factores limitantes de la producción se atribuyen al riego y al clima, con un 64% y 50% de la opinión de los productores, respectivamente (Figura 6.6).

Figura 6.6. Percepción de los factores que limitan la producción en la región citrícola del estado de Nuevo León.



Fuente: GENL / SAGARPA (2002).

¹⁰⁹ SAGARPA-SIAP, 2010.

¹¹⁰ SAGARPA / SFDANL. 1999. Encuesta de Huertas Citricolas del Estado de Nuevo León.

El factor riego, entendido como la disponibilidad de agua y los sistemas de irrigación, incluyendo la infraestructura hidráulica de conducción de agua a las huertas, es determinante para lograr rendimientos competitivos de producción. Debido a que la disponibilidad de agua no es continua durante el ciclo de producción, su limitación en momentos clave (tales como la floración, el inicio de la formación del fruto y el llenado del mismo), repercute directamente en la productividad de las huertas.

Por otro lado, en lo que se refiere al factor clima –que incluye variables como la temperatura, la precipitación y la humedad relativa–, el fenómeno meteorológico de mayor impacto es la ocurrencia de heladas (temperaturas por debajo de 0°C), como lo constatan los desastres citrícolas de 1983 y 1989. Aunque no es una condición que se presenta con regularidad, está continuamente vigente en la probabilidad de ocurrencia.

Por otro lado, el efecto combinado de altas temperaturas, baja precipitación y humedad relativa alta o baja en las fases críticas del ciclo de producción (floración y llenado del fruto) es determinante para obtener una buena o mala producción.

Figura 6.7. Cultivo de naranja en la región citrícola de Nuevo León.



Foto: IANL (2011).

En el tercer y cuarto nivel de los factores limitantes de la producción, se encuentran el crédito y el mercado como factores moderadamente limitantes, con 24% y 16% de la opinión de los productores, respectivamente. Esto hace indicar que probablemente el 75% de la producción está siendo financiada por proveedores u otras fuentes alternas de capital, o bien, el uso de insumos y servicios en el proceso de producción es muy bajo.

Los demás factores motivo de estudio como son mano de obra, seguro y suelos, fueron señalados como factores no limitantes por la gran mayoría de los productores de cítricos.

En la categoría de respuesta de “otras limitantes”, cabe destacar que algunos entrevistados contestaron que la urbanización de la zona citrícola representa una limitante para la citricultura, debido principalmente a dos causas: a) significa una fuerte competencia por la mano de obra que prefiere trabajar en las ciudades con empleos mejor remunerados que en el campo; y b) la urbanización representa un consumidor creciente de agua por el aumento de la población que requiere el abastecimiento doméstico e industrial.

Es relevante hacer notar que fueron muy pocos los citricultores que opinaron que las plagas y enfermedades son factores limitantes en la producción, siendo que la mosca de la fruta y el virus de la tristeza de los cítricos (VTC) son las prioridades fitosanitarias de esta región en el estado. Esto probablemente sea porque los productores estiman que es un asunto que se está tratando y que por ende no representa una limitante. O bien, también podría deberse a que no existe una conciencia generalizada del riesgo e implicaciones económicas y de mercado que representan los problemas de plagas y enfermedades.

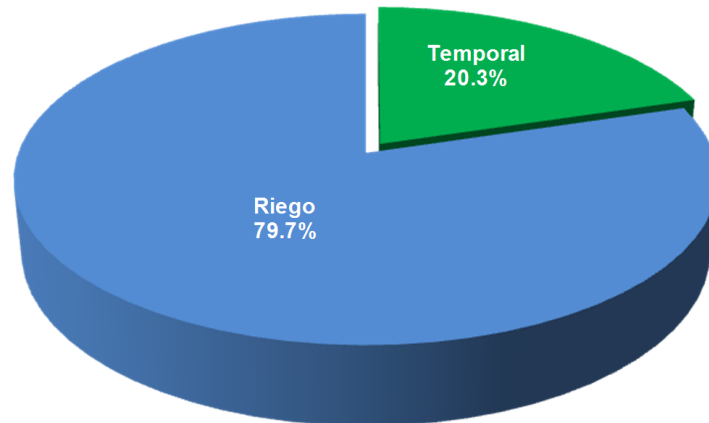
Finalmente, algunos productores citaron como factores limitantes menores ciertos insumos para la producción, tales como: fertilizantes, agroquímicos, maquinaria, equipos de fumigación y energía (electricidad y diesel).

En resumen, los factores de riego y el clima son las principales limitantes en la producción según la percepción de los citricultores. Ambos factores tienen una fuerte interrelación en el sentido de que la disponibilidad de agua (riego y precipitación) resulta un insumo determinante en la productividad de las huertas. Adicionalmente, la temperatura, la humedad relativa (baja o alta) y la incidencia de heladas y en algunas zonas aisladas la presencia de granizo son factores que afectan en mayor o menor medida la producción.

6.5. Uso de riego

Como se mencionó en el apartado anterior, de la superficie total de cítricos, se tienen 6,175 hectáreas de temporal y 24,161 hectáreas de riego, que corresponden al 20.3% y 79.7%, respectivamente (Figura 6.8).

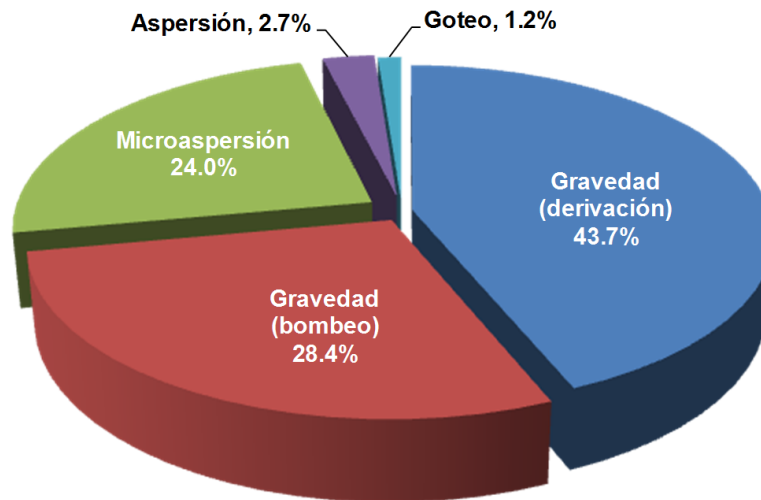
Figura 6.8. Proporción de la superficie con riego y temporal en la región citrícola.



Fuente: elaboración propia con base en SAGARPA / SFDANL (1999).

El sistema de riego más utilizado es el de gravedad en la modalidad de derivación de agua procedente de los ríos (toma directa), ocupando el 43% de la superficie (11,012 hectáreas); le siguen en orden de importancia el sistema de gravedad con agua de bombeo de pozos profundos con un 28% (7,167 hectáreas), y el de microaspersión con un 24% de la superficie (6,046 hectáreas). Los sistemas de riego menos utilizados son los de aspersión directa y goteo, con apenas 2.7% y 1.2% del total de la superficie citrícola irrigada, respectivamente.¹¹¹ (Figura 6.9).

Figura 6.9. Distribución porcentual de la superficie según el tipo de sistema de riego en la región citrícola.



Fuente: elaboración propia con base en SAGARPA / SFDANL (1999).

¹¹¹ GENL / SAGARPA. 2002. Situación de la Citricultura... *Ibíd.*

Figura 6.10. Secuencia de riego por gravedad en la región citrícola.



Fotos: IANL (2011).

Los sistemas de riego presurizados (aspersión, microaspersión y goteo) ofrecen como ventaja la regulación de los volúmenes de agua aplicada, lo cual conduce a una mayor eficiencia en el uso del vital líquido. Con estos sistemas de riego se produce una reducción de la evapotranspiración del cultivo como consecuencia de la disminución de la pérdida de agua por evaporación y un mayor volumen de suelo mojado. Además ofrecen la alternativa de emplear el sistema para los fertilizantes químicos mediante la técnica de fertirrigación.¹¹² La eficiencia en la aplicación del agua que se alcanza con este tipo de sistemas de riego es de alrededor de 65%, en el caso de aspersión, y superior al 95% en micro aspersión y goteo.

¹¹² Rocha-Peña, M.A. y Padrón-Chávez, J.E. (Eds.) 2009. El Cultivo de los Cítricos... *Ibíd.*

Figura 6.11. Sistemas de riego por goteo y microaspersión en la región citrícola.



Fotos: IANL (2011).

No obstante, como ya se observó, en la mayor parte de la superficie bajo riego (71%) se riega por gravedad –ya sea con agua de derivación procedente de los ríos o con agua de bombeo de pozos profundos–, con lo cual se alcanzan eficiencias muy bajas en la aplicación del agua (30-40%). A esto hay que agregarle las pérdidas por infiltración y evaporación en la red de conducción (regaderas de tierra), con lo cual se tiene una eficiencia global en el uso del agua que no supera el 30%.

En general, en la zona citrícola se aplica el riego con una frecuencia de una vez por mes en un 78.5% del total de la superficie irrigada (19,775 hectáreas). En segundo lugar está la frecuencia de aplicación del riego de dos veces por mes en 21.5% de la superficie (5,426 hectáreas) (Cuadro 6.3).

Los municipios de Hualahuises y Linares son los más restringidos en lo referente al uso de riego, pues en ellos casi el 100% de la superficie se riega solamente una vez por mes. En cambio, los municipios de Montemorelos, Cadereyta y General Terán tienen una proporción mayor con acceso al riego dos veces por mes.

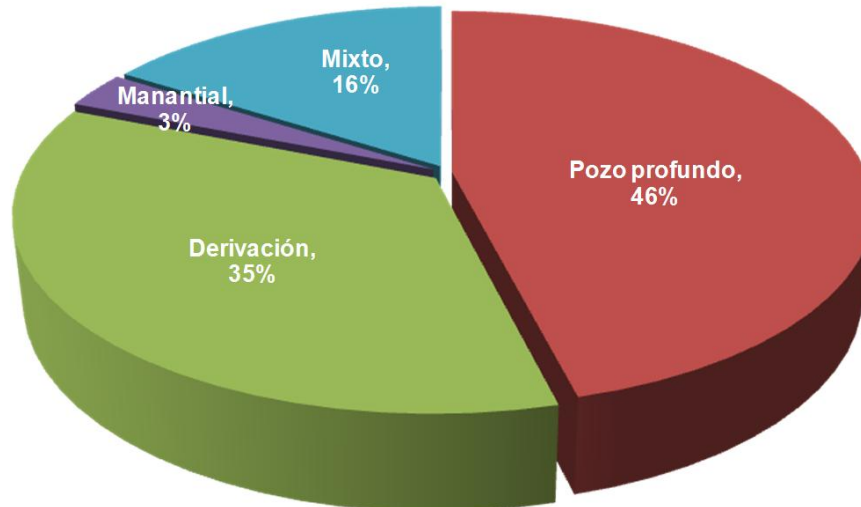
Cuadro 6.3. Frecuencia de aplicación del riego en la zona citrícola por municipio.

Municipio	Superficie total (ha)	Frecuencia de riego			
		Una vez por mes (ha)	%	Dos veces por mes (ha)	%
Allende	397	336	84.6	61	15.4
Cadereyta	4,175	3,007	72.0	1,168	28.0
General Terán	8,651	6,888	79.6	1,763	20.4
Hualahuises	1871	1,853	99.0	18	1.0
Linares	2670	2,605	97.6	65	2.4
Montemorelos	7,437	5,086	68.4	2,351	31.6
Total zona citrícola	25,201	19,775	78.5	5,426	21.5

Fuente: adaptado de GENL / SAGARPA (2002).

En cuanto a las fuentes de abastecimiento de agua, la más importante es la proveniente de pozos profundos con un 46% de la superficie total citrícola bajo riego (11,738 hectáreas). Le siguen en orden de importancia las fuentes de derivación con el 35% y las fuentes mixtas (derivación y bombeo) con 16%. Sólo el 3% de la superficie tiene acceso a manantiales como fuente de abasto de agua (Figura 6.12).

Figura 6.12. Distribución porcentual de la superficie de riego en la región citrícola según la fuente de abastecimiento de agua.



Fuente: elaboración propia con base en SAGARPA / SFDANL (1999).

A escala municipal, las fuentes de abastecimiento de agua resultan ser algo particulares considerando inclusive las escalas de superficie. Los municipios que tienen más del 50% de su superficie regada con aguas de pozos profundos son Hualahuises, Allende y Cadereyta, siendo el menos dependiente de esta fuente de abastecimiento el municipio de Linares cuyas huertas citrícolas se riegan en su mayor parte con agua de derivación (Cuadro 6.4).

En los casos de General Terán y Montemorelos recurren proporcionalmente más a fuentes mixtas para abastecerse de agua que el resto de los municipios, teniendo alrededor del 20% de su superficie regada con agua de fuentes mixtas.

Cuadro 6.4. Fuente de abastecimiento de agua de riego para la superficie citrícola por municipio.

Municipio	Superficie (ha)				Total
	Pozo profundo	Derivación	Mixto	Manantial	
Allende	244	153	-	-	397
Cadereyta	2,338	1,372	430	35	4,175
General Terán	4,160	1,907	1,981	603	8,651
Hualahuises	1,270	550	24	18	1,871
Linares	757	1,861	50	2	2,670
Montemorelos	2,960	2,945	1,439	93	7,437
Total zona citrícola	11,738	8,788	3,924	751	25,201

Fuente: GENL / SAGARPA (2002).

Figura 6.13. Equipo de bombeo para riego en la zona citrícola.



Foto: IANL (2011).

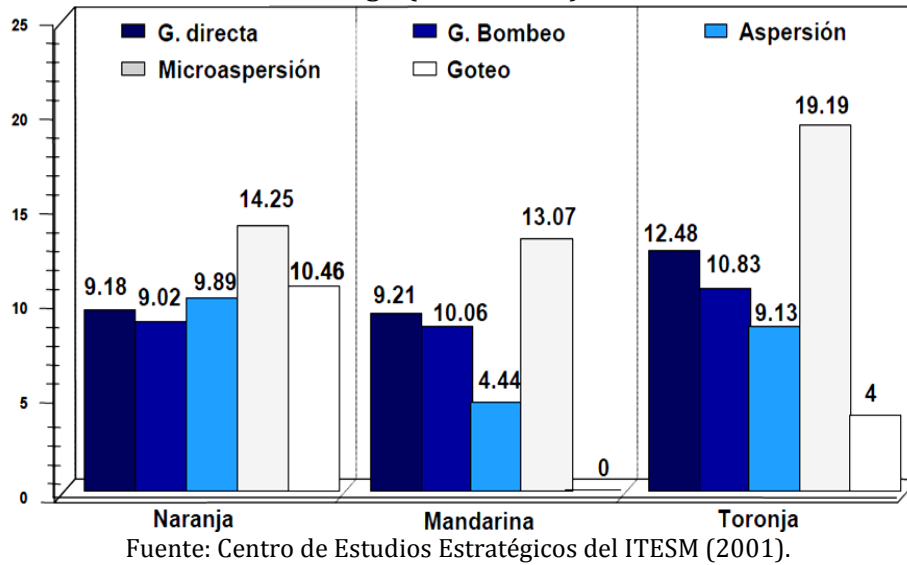
De acuerdo con el análisis de rendimientos de la zona citrícola, el sistema de riego de microaspersión es el que resulta en mejores rendimientos para las tres especies de cítricos predominantes (naranja, mandarina y toronja).¹¹³

El uso de riego por microaspersión ubica el rendimiento en el cultivo de la naranja hasta en un 55% por encima en comparación al sistema de gravedad directa, 58% con el de gravedad por bombeo, 43% con el de aspersión y 36% en el caso del sistema de

¹¹³ GENL / SAGARPA (2002). Situación de la Citricultura... *Ibíd.*

riego por goteo. Para los casos de la mandarina y la toronja, el riego por microaspersión resulta también con mejores rendimientos (Figura 6.14).

Figura 6.14. Rendimiento promedio (ton/ha) de cítricos por especie y sistema de riego (1999-2000).



Los rendimientos reportados usando sistemas de goteo son bajos lo que hace necesario verificarlos, ya que probablemente correspondan a plantaciones nuevas. La tecnología empleada en el riego manifiesta un impacto importante en el rendimiento de producción, por lo que es determinante hacer una inversión en sistemas de irrigación que haga más rentable la operación primaria al aumentar el rendimiento por unidad de superficie y disminuir los costos de su operación y mantenimiento.

Para concluir este apartado, es importante anotar que la necesidad de utilizar riego en Nuevo León –en comparación con otros estados productores de cítricos como Veracruz y Tabasco que no lo requieren debido a sus altos índices de precipitación pluvial– trae como consecuencia un mayor costo de producción por hectárea, lo cual ubica al estado en una desventaja competitiva. Sin embargo, el costo por unidad de superficie llega a ser poco relevante cuando la tecnología de riego compensa y supera los costos unitarios debido al incremento en los rendimientos de producción (además de los beneficios ambientales asociados con el ahorro de considerables volúmenes agua).

La producción de naranja de temporal representa un costo estimado de \$4,907 por hectárea, mientras que la producción bajo riego (sistema no especificado) se eleva a \$10,261 por hectárea. Sin embargo, el rendimiento esperado de producción bajo riego es el doble que el registrado bajo temporal y por ende también se refleja en la utilidad neta por hectárea. Este indicador refleja el hecho de que la tecnología de riego es

determinante para aumentar la productividad por unidad de superficie siendo la microaspersión la tecnología de riego de mejor desempeño.¹¹⁴

Cuadro 6.5. Comparación de costos y beneficios en la producción de cítricos con tecnología de riego y temporal en Nuevo León (2000).

Concepto	Temporal	Riego
Rendimiento medio esperado (ton/ha)	7.0	14.0
Precio esperado (\$/ton)	1,100	1,100
Costo total de producción (\$/ha)	4,974	10,621
Utilidad neta (\$/ha)	2,726	5,1359

Fuente: Centro de Estudios Estratégicos del ITESM (2001).

6.6. Principales problemas

Algunos factores que han limitado el desarrollo del sector primario en la región citrícola son el atraso tecnológico, la escasez de infraestructura, el bajo nivel de organización de los productores y la falta de financiamiento para proyectos agropecuarios. Estas restricciones se han traducido en un círculo vicioso que impide superar la crisis productiva.¹¹⁵

Por otro lado, uno de los principales obstáculos que enfrenta la citricultura son los problemas de origen fitosanitario que dificultan la exportación. La práctica de control de plagas en la zona citrícola se realiza en el 82% de la superficie destinada a cítricos. Las plagas con mayor actividad de control en la zona son: la mosca mexicana de la fruta, el arador de los cítricos y la araña roja.¹¹⁶

Otro problema al que se enfrenta la actividad agropecuaria de la zona es el mal estado de los caminos rurales que imposibilita el acceso a los centros de producción, dado que se han visto prácticamente abandonados en cuanto a su desarrollo y mantenimiento.

Además, las cadenas productivas por cultivo no se han podido integrar y esto se convierte en otro obstáculo para el desarrollo del sector: el 94% de los productores no emplean asistencia técnica; el 70% no utilizan semillas mejoradas y el 80% carecen de organización para la producción. También se enfrentan a problemas de escaso capital de trabajo, créditos caros y escasos, y deficientes esquemas de comercialización.¹¹⁷

Finalmente, con respecto al uso del agua en la producción citrícola, una de las amenazas para la zona es la baja disponibilidad de agua para riego ocasionada por el aumento del consumo humano e industrial, así como la ocurrencia de sequías

¹¹⁴ Centro de Estudios Estratégicos del ITESM. 2001. Clúster Naranja en Fresco en Nuevo León.

¹¹⁵ FAO / GENL. s/f. Estrategia para el Desarrollo... *Ibíd.*

¹¹⁶ *Ibíd.*

¹¹⁷ *Ibíd.*

estacionales y prolongadas como la de 1998.¹¹⁸ Ante esta situación, es imperativo hacer un uso más eficiente del agua de riego, sustituyendo los métodos tradicionales de riego por gravedad por métodos más eficientes como la microaspersión y el goteo.¹¹⁹

6.7. Posibles soluciones a la problemática planteada

Con el propósito de detonar el desarrollo de la región citrícola y resolver los principales problemas relacionados con la producción agropecuaria, el Gobierno del Estado de Nuevo León a través de sus dependencias (la extinta Subsecretaría de Fomento Agropecuario y la actual Corporación para el Desarrollo Agropecuario) ha implementado diversas estrategias que tienen como objetivo propiciar que la región citrícola sea un polo de desarrollo económico que potencie los recursos existentes y fortalezca sus ventajas competitivas.

Algunas de las estrategias que se han planteado como posibles soluciones a la problemática de la región citrícola, incluyen las siguientes:¹²⁰

- Modernización y diversificación de la producción agropecuaria, a fin de elevar su valor agregado y mejorar las condiciones de vida en el medio rural.
- Diversificación de la agricultura y los agronegocios mediante organización, asesoría, capacitación así como por medio de transferencia tecnológica.
- Integración de la actividad productiva primaria a las cadenas de producción, que le den un valor agregado al producto y se aprovechen las economías de escala.
- Establecimiento de un programa de apoyo a la citricultura como agrupamiento industrial.
- Adecuación de los niveles de organización de los productores existentes y potenciales para el acceso a tecnología, recursos, financiamientos, operación y programas de apoyo al sector.
- Realización de convenios de colaboración con instituciones educativas, de investigación, organizaciones no gubernamentales y proveedores de insumos para aprovechar el potencial humano de alta calidad de dichas instituciones en beneficio del sector rural de la zona citrícola.
- Difusión y aplicación de las normas fitosanitarias e inocuidad en campo y de manufactura para facilitar la comercialización.
- Reforzamiento de los esfuerzos de Sanidad Vegetal y trabajo en conjunto para apoyar las campañas fitosanitarias para proteger los productos de la región.
- Impulso de la investigación para el control integrado de las principales plagas a combatir en la zona citrícola.

¹¹⁸ GENL / SAGARPA. 2002. Situación de la Citricultura... *Ibíd.*

¹¹⁹ Fundación PRODUCE Nuevo León, A.C. / CDANL. 2005. Programa de Competitividad y Modelo de Negocio en la Cadena Global de Valor del Sector Frutícola de Nuevo León: Cítricos y Nuez.

¹²⁰ FAO / GENL. s/f. Estrategia para el Desarrollo... *Ibíd.*

- Rediseño de mecanismos de financiamiento y apoyo directo al campo que vayan acorde con las necesidades del sector.
- Impulso a la construcción y el mantenimiento de caminos vecinales, en coordinación con las instancias correspondientes, los municipios y los productores.
- Rehabilitación y modernización de la infraestructura para la conducción de agua e impulso a la conversión de métodos tradicionales de riego por métodos modernos para eficientizar el uso del recurso hídrico.

Con respecto a este último punto, el cual es de particular interés para los propósitos del presente estudio, cabe mencionar que ya se está trabajando en la modernización de la red de conducción (regaderas) que abastece de agua a las parcelas que se riegan por gravedad (derivación).

La CONAGUA en coordinación con la Corporación para el Desarrollo Agropecuario de Nuevo León (CDANL), han puesto en marcha a partir del año 2010 un programa para el entubamiento de las regaderas en tres unidades de riego de la región citrícola, tal como se indica en el Cuadro 6.6.

Cuadro 6.6. Proyecto de entubamiento de regaderas en la región citrícola.

Municipio	Unidad de Riego	Superficie (ha)	No. de usuarios beneficiados	Entubamiento (km)	Diámetro de la tubería (pulg.)
General Terán	Espíritu Santo	258	25	6.1	24
	Quintanilla	206	25	5.1	30
	La Motita	586	36	9.4	30
Total		1,050	86	20.6	

Fuente: CDANL (2011).

Además del entubamiento de las regaderas principales, el proyecto incluye la construcción de las obras accesorias para el control y la distribución del agua, como son: compuertas, sifones, obras de toma, etc. (Figura 6.15).

No obstante, es importante mencionar que estas acciones deben ser complementadas con la modernización de los sistemas de riego parcelarios, pues para hacer un uso eficiente y sustentable del agua se requiere mejorar no sólo la conducción sino también la aplicación del vital líquido.

Figura 6.15. Obras de entubamiento de regaderas en la región citrícola.



Fotos: IANL (2011).

6.8. Oportunidades de investigación aplicada

Debido a que el agua se convierte cada vez más en un recurso escaso y costoso, en la agricultura se deben tomar medidas para hacer un uso más eficiente del vital líquido. Generalmente los métodos tradicionales de riego (riego rodado o por gravedad) ocasionan consumos de agua causados por la sobreirrigación, lo cual no sólo genera un desperdicio del vital líquido, sino que también, debido a los agroquímicos disueltos, provoca la contaminación de corrientes de agua superficiales y subterráneas y en algunas zonas el ensalitramiento de los suelos.

Un conocimiento de las necesidades de agua de los cultivos no sólo permite un mejor desarrollo para lograr una mayor producción y mejor calidad de las cosechas sino que contribuye también a ahorrar considerables volúmenes de agua. Por lo anterior, sin lugar a dudas, una de las grandes oportunidades de investigación en lo referente al manejo del agua en la región citrícola –donde la mayor parte de la superficie se riega por gravedad–, es el diseño y desarrollo de sistemas de riego automatizados que permitan determinar las necesidades de agua de los cítricos en tiempo real. A través del tiempo se han desarrollado una gran cantidad de sistemas para la determinación, control y automatización del riego que permiten un consumo de agua más reducido.¹²¹ No obstante, hasta el momento no se tiene conocimiento de que se haya desarrollado un proyecto de investigación de este tipo aplicado específicamente a la zona citrícola de Nuevo León. Por ello, se considera que ahí existe una oportunidad importante de investigación en este ramo que no debería ser pasada por alto.

¹²¹ Ver, por ejemplo: IMTA, 1995. Pronóstico de Riego en Tiempo Real.

CAPÍTULO 7.

AGRICULTURA PROTEGIDA

Una de las principales estrategias de innovación en el sector agropecuario por parte del Gobierno del Estado de Nuevo León para detonar regiones rurales marginadas e impulsar la tecnificación y reconversión productiva, es el establecimiento de empresas de agricultura protegida que utilicen sistemas de producción bajo invernadero con cultivos de alto valor comercial, reconvirtiendo superficies de agricultura tradicional a superficies de producción intensiva, destacando el establecimiento de tecno-parques privados y sociales con visión empresarial.¹²²

El éxito de esta estrategia se basa en no tratar de cambiar la vocación productiva de las regiones, sino de generar proyectos atractivos que empleen la tecnología, incentiven la inversión, y creen empresarios y empleos mejor remunerados, que arraiguen a jóvenes, mujeres y demás pobladores en las zonas rurales de mayor marginación de la entidad. Sin dejar de lado, que el esquema de tecno-parques es un modelo orientado a la competitividad por la generación de economías a escala en la adquisición de insumos, asistencia técnica, cosecha, selección, empaque y comercialización.

Por ello, en el presente capítulo se incluyen los principales aspectos relacionados con la producción agrícola intensiva bajo condiciones de invernadero en el estado de Nuevo León, con el propósito de identificar posibles acciones de mejora y oportunidades de investigación en esta actividad, sobre todo en aquéllos aspectos relacionados con el uso eficiente del agua.

¹²² CDANL / SAGARPA, 2011. Agricultura Protegida en Invernadero: Estrategia para Detonar Regiones Marginadas e Impulsar la Tecnificación Productiva.

7.1. Antecedentes

La agricultura protegida es una de las actividades económicas que dentro del sector primario ha tenido un auge muy importante en décadas recientes, llegando a ser detonante en la economía de los países y en la economía de aquellos que están inmersos en esta actividad. Lo que en un principio inició (en los años 60 en Europa) como una tecnología adaptada para tener productos alimenticios frescos, en lugares donde las condiciones ambientales lo impedían, ha venido evolucionando, multiplicándose y ganando terreno frente a la agricultura convencional (incluso en lugares donde sí es posible producir a campo abierto), por representar una mejor respuesta a las demandas y necesidades de los consumidores de productos de calidad, sanos, inocuos, nutritivos y disponibles en todas las estaciones del año.

Figura 7.1. Invernaderos para la producción de hortalizas.



Foto: IANL (2011).

Aunque la industria de los invernaderos nació y se desarrolló en Europa, para principios de los 80 empezó a tomar impulso en América, sobretodo en Canadá, algunas regiones de Estados Unidos y en México. Aunque desde los 70 se empezaron a utilizar los invernaderos en el altiplano mexicano para el cultivo de flores (sobre todo en los estados de México y Morelos), es a finales de los 90 que comienzan a desarrollarse en forma importante en la producción intensiva de las hortalizas, pasando de 1998 al 2006 (tan solo ocho años), de 600 a más de 6,500 hectáreas¹²³. Así, de tener zonas muy delimitadas para la producción de hortalizas en campo abierto en estados como Sinaloa, Sonora, Baja California, Michoacán y el Bajío, en la actualidad, es posible producir en todos los estados de la república y durante los 365 días del año bajo agricultura protegida.

¹²³ Garza A., M. y Molina V., M. 2008. Manual para la Producción de Tomate en Invernadero en Suelo en el Estado de Nuevo León.

Figura 7.2. Producción de tomate en invernadero.



Foto: IANL (2011).

Los esfuerzos del gobierno federal y de los gobiernos estatales al impulsar la agricultura protegida han permitido el arraigo de muchas familias en sus comunidades de origen al mejorar las condiciones de producción de hortalizas y flores, lo que se refleja en la obtención de mejores y mayores ingresos, al tener una producción continua durante la mayor parte del año, con mayor calidad y competitividad.

En el estado de Nuevo León, el uso de este sistema de producción se ha desarrollado lentamente. No obstante, se han tenido experiencias de producción de hortalizas en invernaderos con resultados satisfactorios. En el año de 1994, por ejemplo, en el municipio de Cadereyta se construyeron 10 hectáreas de invernaderos los cuales tuvieron resultados alentadores, empero, por problemas en la comercialización tuvieron que cerrar cinco años más tarde.

Figura 7.3. Invernadero para la producción de forraje.



Foto: IANL (2011).

A principios del año dos mil la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) propuso un sistema de producción en pequeños módulos de invernadero (1,000 m² aproximadamente) por lo que en algunos municipios del estado se construyeron naves de estas dimensiones. Para el año 2005 ya existían invernaderos de 2,500 m² y hasta de una hectárea. Actualmente, son varios los municipios que tienen al menos 1,000 m² de producción de invernadero entre los que se pueden citar a Cadereyta, Galeana, Dr. Arroyo, Dr. González, General Terán, General Zaragoza, Iturbide, Linares, Los Ramones, Marín, Montemorelos, Rayones, Sabinas Hidalgo, y Aramberri.¹²⁴

Asimismo, en Nuevo León han existido propuestas positivas, por parte de instituciones como la UANL y el Gobierno del Estado, para la producción de cultivos tal y como se ha dado en otros países (España y Estados Unidos), en donde se han propuesto modelos de desarrollo agrícola en los que el productor, junto con su familia, realizan la mayor parte del trabajo en el invernadero.

Afortunadamente, esas propuestas se han hecho realidad en el sur del estado donde los Gobiernos Federal y Estatal, a través de la SAGARPA, la Corporación para el Desarrollo Agropecuario y FIDESUR, han creado el Complejo Agrícola Nuevo León Unido, el cual pretende ser el más grande parque de agricultura a nivel nacional, mediante la unión de dos iniciativas, una privada y otra social con visión empresarial, estableciendo así en la comunidad de San Joaquín, municipio de Galeana el “Tecnoparque Hortícola Fidesur-Galeana” (social) y el “Tecnoparque Hortícola Grupo Almerimex” (privado). Estos contarán con una capacidad efectiva de 214 hectáreas de invernaderos para producir 58 mil toneladas de hortalizas.¹²⁵ Recientemente, el gobernador del estado, el Lic. Rodrigo Medina, inauguró la primera etapa del “Tecnoparque Hortícola Fidesur-Galeana”, donde ya iniciaron operaciones 54 invernaderos con el primer ciclo de producción de tomate.¹²⁶

7.2. Infraestructura

El estado de Nuevo León cuenta actualmente con 255 invernaderos con una superficie productiva de 927,586 m², ubicados principalmente en el sur de la entidad. Estos invernaderos se distribuyen en 5 tecno-parques que tienen en total 185 invernaderos, además de 70 invernaderos independientes. Los tecno-parques son los siguientes:

1. Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia, con 29 hectáreas en Aramberri (ver Figura 7.4).
2. Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Galeana, con 13.3 hectáreas en su 1ª etapa en Galeana (en 2011 crecerá 22.6 hectáreas más).
3. Tecno-Parque Hortícola El Centenario, con 16 hectáreas en Galeana.

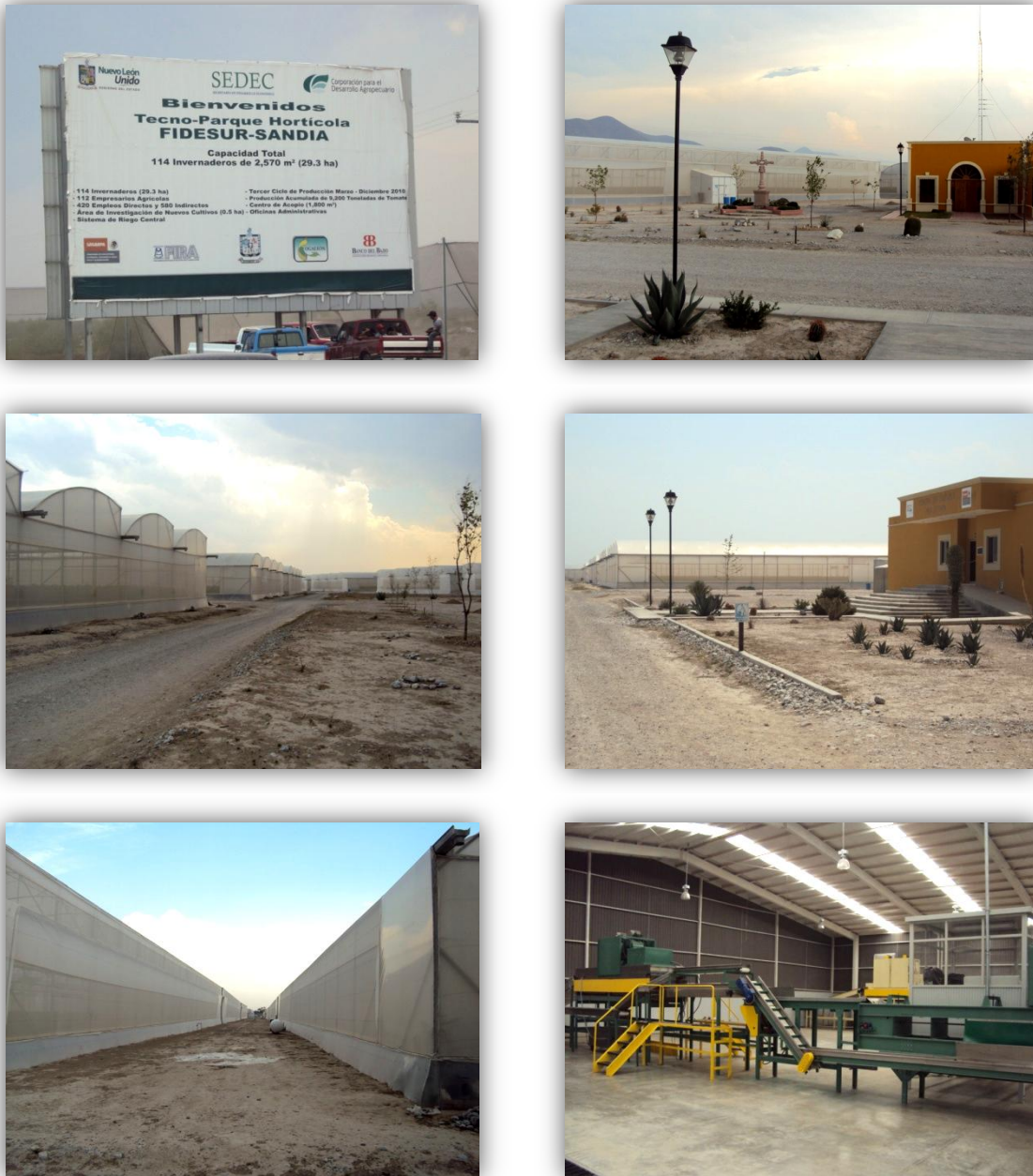
¹²⁴Garza A., M. y Molina V., M. 2008. Manual para la Producción... *Ibíd.*

¹²⁵CDANL. 2011. Consultado el 9 de mayo desde: http://www.nl.gob.mx/?P=da_tecnoparques

¹²⁶García, J. 2011. “Inauguran en Galeana Complejo Agrícola”. Diario El Norte. 27 de abril. Consultado desde: <http://www.elnorte.com/local/articulo/622/1243697/>

4. Tecno-Parque Hortícola La Fortuna, con 3 hectáreas en Aramberri (en 2011 crecerá 3.9 hectáreas más).
5. Tecno-Parque Hortícola Green Valley, con 5 hectáreas en Galeana.

Figura 7.4. Panorámicas del Tecno-Parque Hortícola Fidesur-Sandia.



Fotos: IANL (2011).

El tamaño de los invernaderos instalados (255 en total) es tal como se muestra en el Cuadro 7.1. La mayor parte (67%) son invernaderos de 2,500 a 3,000 m² de superficie.

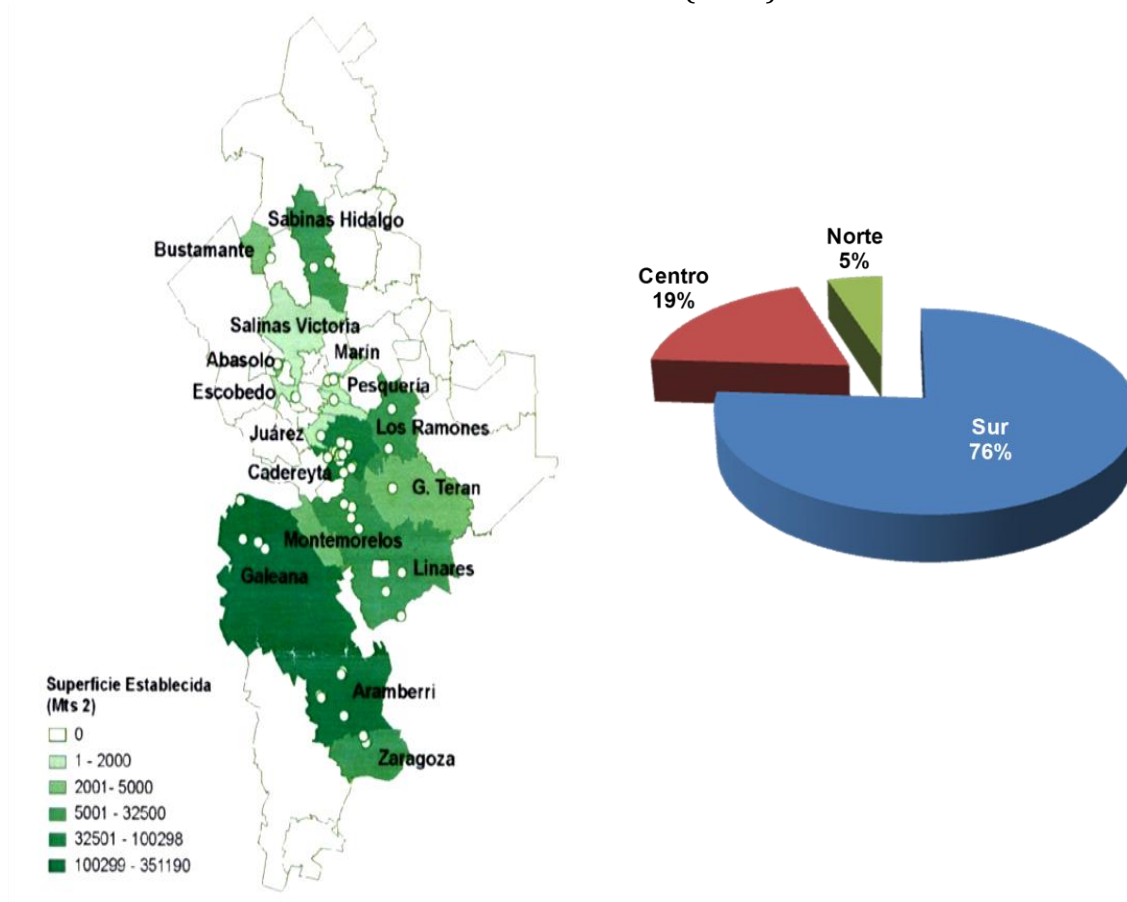
Cuadro 7.1. Tamaño de los invernaderos instalados en el estado de Nuevo León (2011).

Tamaño (m ²)	Cantidad	%
Menores de 2,500	51	20
>2,500 y < 3,000	173	67
>3,000 y < 5,000	10	4
>5,000 y < 10,000	13	5
Mayores de 10,000	8	3
Total	255	100

Fuente: CDANL-SAGARPA (2011).

Asimismo, la mayor proporción de la superficie cubierta con invernaderos (76%) se encuentra en el sur del estado, principalmente en los municipios de Galeana, Aramberri y General Zaragoza; luego, en la región centro se localiza el 19% de la superficie cubierta destacando los municipios de Cadereyta, Linares y Montemorelos; y el 5% restante se ubica en el norte de la entidad, en los municipios de Sabinas Hidalgo, Los Ramones y Bustamante, principalmente (Figura 7.5).

Figura 7.5. Superficie establecida de invernaderos por región y municipio en el estado de Nuevo León (2011).



Fuente: CDANL / SAGARPA (2011).

7.3. Producción agrícola en invernaderos

En Nuevo León, la producción agrícola con sistema de invernadero se ha transformado en los últimos años, contándose al mes de abril de 2011 con 92.7 hectáreas (927,586 m²) establecidas con una capacidad de producción de aproximadamente 21,000 toneladas al año preponderantemente de hortalizas (96% tomate).

Cuadro 7.2. Superficie y producción obtenida en invernaderos por región y municipio en el estado de Nuevo León (2010).

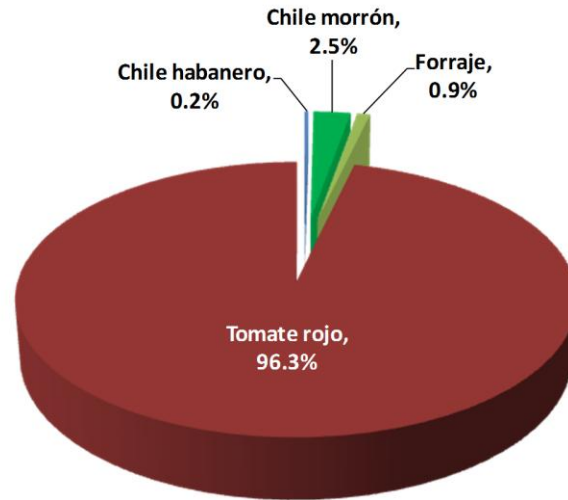
Región / Municipio	Infraestructura			Producción (ton)				
	No. Inst.	Sup. cubierta (m ²)	Sup. que operó en 2010	Chile habanero	Chile morrón	Forraje	Tomate rojo	Total
Norte								
Bustamante	2	2,610	2,610	0	0	0	18	18
Los Ramones	1	20,000	20,000	0	0	0	340	340
Sabinas Hidalgo	4	22,750	22,750	0	0	0	445	445
Subtotal	7	45,360	45,360	0	0	0	803	803
Centro								
Abasolo	1	5,000	5,000	0	0	0	10	10
Cadereyta	23	100,289	96,248	40	320	0	712	1,072
General Escobedo	2	2,000	1,300	0	0	0	11	11
General Terán	1	5,000	5,000	0	100	0	0	100
Juárez	1	144	144	0	0	0	0	0
Linares	5	32,500	32,500	0	0	0	556	556
Marín	1	1,000	350	0	0	0	1	1
Montemorelos	5	29,300	24,300	0	0	150	375	525
Salinas Victoria	1	1,654	0	0	0	0	0	0
Subtotal	40	176,896	164,842	40	420	150	1,665	2,275
Sur								
Aramberri	141	329,340	329,340	0	0	0	10,143	10,143
Galeana	59	351,190	167,550	0	0	0	3,207	3,207
General Zaragoza	7	19,800	19,500	0	0	0	51	51
Rayones	1	5,000	0	0	0	0	0	0
Subtotal	208	705,330	516,390	0	0	0	13,401	13,401
Total Estatal	255	927,586	726,592	40	420	150	15,869	16,479

Fuente: CDANL / SAGARPA (2011).

En el ciclo agrícola 2010 se produjeron 16,479 toneladas de productos (96% tomate, 3% chile morrón y habanero y 0.9% forraje hidropónico) (Figura 7.6); además de leucaena como forraje y 2 millones 500 mil tubérculos para utilizarlos como semilla de papa.

Las principales variedades de tomate que se producen en el estado son: Charlestón, Imperial, El Cid y Forenza, sin que esto signifique que no puedan variar de acuerdo a diversos factores.

Figura 7.6. Distribución porcentual de la producción de cultivos en invernadero en el estado de Nuevo León (2010).



Fuente: elaboración propia con base en CDANL /SAGARPA (2011).

Para el ciclo 2011 operarán 92.8 hectáreas de invernaderos (5% en el norte, 19% en el centro y 76% en el sur del estado), con lo que se estima alcanzar una producción de 21,300 toneladas de tomate, además de forrajes, flores y tubérculos para semilla de papa.

Figura 7.7. Producción de tomate en invernadero en el Tecno-Parque Hortícola Fidesur-Sandia.



Fotos: IANL (2011).

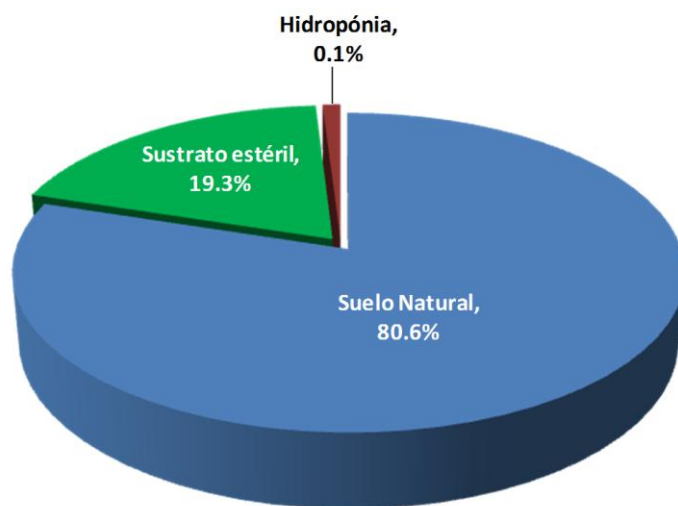
Cabe destacar que las perspectivas de crecimiento que se tienen para esta actividad son triplicar en los próximos años la superficie de invernaderos existente, destacando el establecimiento de Tecno-Parques, que generan economías de escala, y coadyuvan a detonar regiones rurales que presentan una alta demanda de oportunidades de desarrollo.

7.4. Eficiencia en el uso del agua

El uso de invernaderos representa una excelente alternativa para la producción agrícola intensiva, debido a que permiten obtener grandes cantidades de producción en poco tiempo y con menores volúmenes de agua, en comparación con la agricultura a campo abierto. Los invernaderos, además de ofrecer protección contra las condiciones adversas del clima, proporcionan mayores rendimientos y mejor calidad en la producción; asimismo, contribuyen a reducir considerablemente las pérdidas de agua por evapotranspiración –por evaporación del suelo y la transpiración de las plantas– al proporcionar una protección contra el viento y la radiación solar. Aunado a lo anterior, los sistemas modernos de producción agrícola son de suma importancia desde el punto de vista ecológico ya que, además de hacer un uso racional del agua, reducen en gran medida la utilización de agroquímicos y pesticidas tóxicos que dañan el ambiente, los mantos acuíferos y la salud humana.¹²⁷

En el estado de Nuevo León el 80.6% de los invernaderos desarrollan el cultivo en suelo natural, 19.3% en suelo mezclado con sustrato estéril (peat moss) y 0.1% en hidropónia (Figura 7.8). En todos los casos se utiliza riego por goteo o microaspersión para aplicar el agua a los cultivos, lo cual permite alcanzar eficiencias superiores al 95% en el uso del agua.

Figura 7.8. Distribución porcentual del tipo de sistema de producción utilizado en los invernaderos del estado de Nuevo León (2010).



Fuente: elaboración propia con base en CDANL /SAGARPA (2011).

En los Tecno-Parques hortícolas se tienen instalados sistemas centrales de riego automatizados, los cuales permiten dosificar la aplicación de agua y fertilizantes a los cultivos en la cantidad requerida y en el momento oportuno. Un sistema de este tipo está conformado por lo siguiente: pozos de extracción de agua, tanques de

¹²⁷ Garza A., M. y Molina V., M. 2008. Manual para la Producción... *Ibíd.*

almacenamiento, sistema de protección, sistema de filtración, sistema de inyección de plaguicidas y/o fertilizantes, válvulas y medidores de presión, red de conducción primaria, red de conducción secundaria y cintilla de goteo (Figura 7.9).

Figura 7.9. Sistema de riego central instalado en el Tecno-Parque Hortícola Fidesur-Sandia.



Fotos: IANL (2011).

En cuanto a los volúmenes de agua utilizados, no existe información publicada al respecto. Sin embargo, es posible hacer ciertas estimaciones. Por ejemplo, en el Tecnoparque Hortícola Fidesur-Sandia se utilizan en promedio 274,248 m³ en un ciclo completo de producción de tomate.¹²⁸ Este volumen se utiliza en los 134 invernaderos instalados, lo cual indica que el volumen promedio por invernadero es de 2,405.6 m³ por ciclo de producción.

7.5. Oportunidades de investigación aplicada

A pesar de las ventajas de la agricultura protegida y del auge que ha tenido en los últimos años, realmente es poca la investigación que se ha realizado al respecto en nuestro país y, específicamente, en el estado de Nuevo León. Por lo general, los conocimientos, los procesos de producción y las tecnologías se adquieren del extranjero, y la mayoría de las veces se aplican sin mayor adaptación y sin tomar en cuenta las condiciones específicas de los lugares donde se instalan. Además, muchas veces los productores tampoco están lo suficientemente capacitados para aprovechar al máximo los beneficios de este tipo de tecnologías.

Por ello, es importante realizar mayor investigación y difusión del conocimiento sobre los distintos aspectos que tienen relación con la agricultura protegida, así como generar conocimiento científico y crear tecnología propia que sea pertinente y aplicable a las condiciones económicas, sociales y ambientales específicas de nuestro país y del estado de Nuevo León, de tal manera que sea factible lograr un cambio estructural, cultural, económico y ambiental en la manera de producir alimentos, incrementando la eficiencia en el uso del agua, mejorando los sistemas de producción y las condiciones de vida de la población rural.

Para lograr lo anterior, una alternativa viable es construir y habilitar un Laboratorio de Investigación Hidroagrícola, implementando e integrando la infraestructura necesaria que permita probar, adaptar e innovar sistemas tecnológicos de riego (fertirrigación, hidropónia, microaspersión, goteo, etc.), para realizar un uso racional y eficiente del agua en la producción agrícola intensiva bajo condiciones de invernadero. En el IANL se tiene un proyecto en marcha para desarrollar el laboratorio mencionado, por lo cual en el corto plazo se tendrán resultados palpables de las investigaciones que se lleven a cabo en el mismo.

¹²⁸ Fuente: comunicación personal del Ing. Mario Molina, Gerente de Producción del Tecnoparque-Hortícola Fidesur-Sandia.

CAPÍTULO 8.

SUBSECTOR PECUARIO

Las regiones ganaderas extensivas del norte de México, incluidas las del estado de Nuevo León, se caracterizan por tener una escasa precipitación pluvial y una distribución irregular de la lluvia, así como una fuerte oscilación de la temperatura, lo cual produce climas extremos. Esto exige que los productores y técnicos desarrollen toda su capacidad imaginativa para implementar sistemas de captación, extracción y distribución del agua que les permita utilizar en forma eficiente el recurso hídrico.

Es común que los productores y técnicos pecuarios se preocupen por mejorar la eficiencia reproductiva y la calidad del ganado, o por las fuentes de alimentación para el mismo, ya sea el forraje natural o el suplemento, sin embargo, pocas veces se fijan en una correcta distribución del agua y en volúmenes suficientes.¹²⁹ Los productos de la ganadería son un importante grupo de alimentos a los que a menudo no se presta atención en las actividades de aprovechamiento y manejo de aguas. Las evidencias indican que existe un gran desconocimiento y desinformación sobre el uso de los recursos hídricos para la cría de ganado y su impacto sobre esos recursos.¹³⁰

No se puede establecer ningún programa de manejo de pastizales, de reproducción, suplementación o de mejoramiento genético si no se dispone de agua en los lugares donde se necesite y en los volúmenes suficientes que garanticen el abasto para el ganado. De estos factores dependerá en gran medida la eficiencia productiva de los ranchos ganaderos y la conservación de los recursos naturales como son los agostaderos.¹³¹

¹²⁹Chávez D., J. A. y Morales G., V. 2003. Manejo del Agua para Ranchos Ganaderos en Zonas Áridas de Baja California.

¹³⁰Iniciativa Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD–Livestock, *Environment and Development Initiative*). s/f. Impacto de la Ganadería en la Disponibilidad y la Calidad del Agua.

¹³¹Chávez D., J. A. y Morales G., V. 2003. Manejo del Agua... *Ibíd.*

Durante la época de lluvias, el ganado puede encontrar agua fácilmente en arroyos, aguajes o estanques (Figura 8.1). Desgraciadamente en zonas áridas y semiáridas esta época se reduce debido a lo errático de las lluvias, limitando seriamente el uso adecuado de los agostaderos, de aquí que sean necesarias obras de captación de agua como rehabilitación de aguajes, perforación de pozos, construcción de norias y pilas para almacenar agua en cantidades adecuadas y una red de distribución estratégica para abrevar al ganado permanentemente. La planeación de obras adecuadas para proveer los ranchos ganaderos de agua es fundamental.

Figura 8.1. Pequeño bordo para abrevadero en el municipio de General Terán, N.L.



Foto: IANL (2011).

En el caso particular del estado de Nuevo León, donde se tiene una superficie aproximada de cinco millones de hectáreas de agostaderos naturales destinados a la producción ganadera (que representan más del 80% de la superficie total de la entidad), un reto de gran trascendencia para el desarrollo del subsector pecuario es asegurar la disponibilidad de agua, tanto en calidad como en cantidad.

En este contexto, en el presente capítulo se realiza una breve descripción acerca de las zonas o regiones ganaderas del estado, destacando en cada caso las principales características distintivas de cada una de ellas; posteriormente se incluye una descripción de los diferentes sistemas de producción pecuaria que se tienen en la entidad; luego se realiza un análisis sobre el uso del agua en la producción pecuaria, destacando la problemática relacionada con este aspecto; y finalmente se anotan las posibles alternativas de solución a la problemática planteada así como las oportunidades de investigación aplicada en este ramo.

8.1. Zonas ganaderas del estado

De acuerdo con la fisiografía del estado de Nuevo León, en la entidad es posible distinguir cinco principales zonas ganaderas (Figura 8.2):

- **Planicie Costera Norte:** En esta región se distinguen diferentes tipos de explotación pecuaria observándose la cría de razas finas de ganado vacuno, cría de becerros para la exportación, así como corrales de engorda; en orden de importancia predominan las razas europeas, cebuínas y en menor escala el ganado criollo. Los agostaderos de la zona son productivos, con zacate buffel cultivado en praderas de temporal y praderas de riego con zacates estrella africana, bermuda cruzada y rye grass.

Figura 8.2. Zonas ganaderas del estado de Nuevo León.



Fuente: SAGARPA (2010).

- **Planicie Costera Sur:** En esta zona la actividad pecuaria compite con la actividad agrícola por el uso del suelo; se desarrollan varios tipos de explotación, la cría de becerros para la explotación de engordas locales y repasto de becerros. Además se observa la producción de especies de bajo rendimiento en zonas de agostadero comunal, utilizando suplementos de esquilmos agrícolas en los animales bovinos; también se explotan las especies caprinas y la ovina.

- **Zona Intermedia del Noroeste:** El pastoreo en esta zona es a través del ramoneo de especies nativas, tanto arbustivas como gramíneas adaptadas a las condiciones de escasa y errática precipitación; esta actividad se lleva en forma extensiva, predominando el ganado caprino y bovino criollo cruzado con diferentes razas europeas.
- **Sierra Madre Oriental:** En esta zona predomina el ganado bovino criollo de bajo rendimiento y mucha rusticidad; así como el ganado caprino y ovino los cuales pastorean en forma extensiva basando su alimentación en el aprovechamiento de los bosques y pastizales nativos en tierras de uso forestal.
- **Altiplano.** Compuesta principalmente por matorrales con vegetación escasa y dispersa, en esta zona se desarrolla una ganadería combinada de ganado caprino con cruza de las razas nubia, alpina y saanen; en segundo término se encuentra el ganado bovino predominando la raza criolla, la cebuína y en menor escala razas europeas y equinos. El tipo de apacentamiento es extensivo y estacional en agostadero con fuertes limitaciones de forraje; su principal alimento es el ramoneo de especies arbustivas y pastoreo de zacates anuales, utilizando los esquilmos forrajeros de áreas agrícolas.

8.2. Sistemas de producción pecuaria

En este apartado se realiza una síntesis de los principales sistemas de producción pecuaria que se tienen en el estado de Nuevo León. Tal como se mencionó en el Capítulo 3 de este documento (Panorama del Sector Agropecuario), las principales explotaciones de la entidad son de ganado bovino, ovino, caprino, porcino y aviar. A continuación se describe cada uno de estos sistemas de producción.

8.2.1. Ganado bovino

La producción de ganado bovino se desarrolla en el estado bajo diferentes contextos: agroclimáticos, tecnológicos, de sistemas de manejo y por finalidad de explotación, comprometiendo principalmente la cría de becerros para la exportación y la producción de pie de cría. Los sistemas básicos de explotación de bovinos son el intensivo en praderas cultivadas, de riego o temporal, y la engorda en corral; y el extensivo, para producción de becerros, en agostaderos. La entidad se ha distinguido por la calidad de sus ganaderías de registro, se tiene la mayor concentración de ganado bovino de este tipo; siendo sede de cinco asociaciones nacionales de criadores de ganado de registro: *Charolais*, *Simental-Simbrah*, *Beeffmaster*, *Santa Gertrudis*, y *Razas Italianas*.

Figura 8.3. Sistema de producción intensiva de ganado bovino en praderas de riego en el municipio de Apodaca.



Fotos: IANL (2011).

El sistema de producción predominante es el de agostadero extensivo. En cuanto a pastizales inducidos, se cuenta con aproximadamente 540 mil hectáreas de praderas inducidas de temporal, donde predomina el pasto buffel. Adicionalmente existen cerca de 20 mil hectáreas de praderas con sistemas de riego, con pastos estrella africana y bermuda cruzada, además de alrededor de 150 mil hectáreas de cultivos forrajeros como sorgo, maíz, avena, pastos y alfalfa.¹³²

Figura 8.4. Sistema de producción semi-intensiva de ganado bovino en praderas de temporal en el municipio de General Terán.



Fotos: IANL (2011).

La engorda de ganado bovino en Nuevo León se realiza en condiciones de completa estabulación, con un exigente control sanitario (Figura 8.5). En la entidad existen 95 engordas cuarentenadas con una capacidad instalada por ciclo ganadero de 184 mil 650 cabezas con una producción anual de alrededor de 86 mil toneladas.

¹³² GENL-CDANL. 2008. Diagnóstico del Sector Agropecuario y Acuícola del Estado de Nuevo León.

Figura 8.5. Sistema de producción intensiva de ganado bovino en corral, en el municipio de Linares.



Fotos: IANL (2011).

8.2.2. Ganado caprino

En Nuevo León, el ganado caprino se ha explotado en forma tradicional, rústica y con un mínimo de tecnología. La explotación de este tipo de ganado se da fundamentalmente a nivel ejidal bajo sistemas de producción extensiva, en agostaderos, donde la alimentación del hato se basa en la vegetación nativa; y semi-intensiva, donde se combina el pastoreo y ramoneo del agostadero en una parte del año con el aprovechamiento de forrajes y/o esquilmos agrícolas y de la vegetación de áreas marginales. En menor grado existe la explotación intensiva, en corrales de engorda. Cuanto más intensivo es el sistema de producción, mayor es la necesidad de instalaciones y mejor debe ser su calidad.

La estabulación de las cabras es necesaria con el fin de: preservarlas contra las inclemencias del tiempo; facilitar el suministro de alimentos y agua; facilitar el manejo, la ordeña y la obtención de crías; protegerlas contra animales depredadores, contra parásitos y contra robos; y evitar que dañen los cultivos.

Figura 8.6. Sistema de producción intensiva de cabras en corral.



Fotos: GENL (2009).

El objetivo principal de la explotación caprina en la entidad es la producción de cabritos, complementado con la de leche. Las razas son muy diversas, entre las que destacan la Nubia, la Alpina y en menor medida la Saanen, entre otras.

El sector caprino se encuentra económica y tecnológicamente marginado. Las principales razones de la baja rentabilidad del sector son: bajos niveles de transferencia tecnológica en el manejo de los agostaderos; bajo uso de tecnología para generar productos de calidad; presencia de enfermedades; canales de comercialización inadecuados (intermediarios); falta de organización entre productores; nulo acceso a financiamiento y desconocimiento de los programas de apoyo ofrecidos por el gobierno.

8.2.3. Ganado ovino

El sector ovino, comparado con el caprino, va un paso adelante en la producción, tecnificación y genética del ganado, pero aún requiere de un mayor esfuerzo y trabajo en estos campos a fin de elevar su competitividad. El consumo de carne de ovino es escaso en Nuevo León y se concentra principalmente en la temporada de las festividades de fin de año. La carne se ofrece en algunas carnicerías de la entidad, pero la demanda principal se encuentra en el centro del país. Únicamente el 10% de la producción se queda en la región y el 90% restante se exporta al centro de la República. Cerca del 80% de la producción ovina se concentra en los municipios de Allende, Montemorelos, General Terán, Cadereyta, y un poco menos en Apodaca.¹³³

Dentro de Nuevo León, el 60% de la producción es intensiva, el 30% semi-intensiva y el 10% extensiva. Debido al destino de la producción, se considera que el sistema de producción extensiva es el más recomendable para el sector, pero los productores no lo ejercen por falta de pastores que cuiden el ganado.

Dado que el sector ovino en general está más desarrollado y un poco más organizado que el caprino, recibe un mayor apoyo. Actualmente los productores tienen tratos directos en la comercialización y conocimiento sobre las razas más rentables.

8.2.4. Ganado porcino

El sistema de producción predominante de ganado porcino es el de granja de ciclo completo; esto significa que el proceso abarca desde tener las progenitoras y producir lechones, hasta la engorda y venta. También hay granjas especializadas en alguna de las etapas que componen el ciclo productivo.

El número de granjas porcinas en el estado asciende a 153, mientras que las inactivas son 73. El 60% de la producción de porcinos se concentra en los municipios centrales

¹³³ GENL-CDANL. 2008. Diagnóstico del Sector... *Ibíd.*

de Nuevo León. La mayor parte de las granjas se ubican en los municipios de Cadereyta Jiménez, General Zuazua y Pesquería.¹³⁴

Figura 8.7. Sistema de producción intensiva de porcinos en corral.



Foto: GENL (2009).

Las razas de ganado porcino que han prosperado en la región son: *Yorkshire* y *Landrace* para el linaje materno, y *Duroc Jersey* y *Hampshire* por el paterno. De tal forma que, al hacer las cruces se origina el vigor híbrido de los lechones, que alcanza buenos pesos y conversión alimenticia, entre otras características favorables para la producción de carne. Asimismo, hay razas sintéticas para pie de cría ofrecidas por compañías extranjeras.

El crecimiento en los sistemas de producción intensiva, ha requerido manejar dietas basadas en elevados contenidos de granos forrajeros. Algunos granos de importación presentan problemas de calidad como la presencia de hongos y toxinas. Una posible solución sería contar con una planta de alimentos para el sector, similar a la del sector avícola, para así uniformar la calidad de la carne, disminuir costos y mejorar la logística. Existe una alta dependencia de los granos de Estados Unidos. En Nuevo León, se produce tan sólo un 40% del maíz que se requiere. Al importar maíz entero, si se sale del cupo se quiebra, o se pinta, y ello perjudica la calidad del alimento, orillando a los productores a utilizar sorgo para la alimentación del ganado. Tal práctica afecta la calidad del producto, puesto que resulta más conveniente alimentarlos con maíz.

Por otra parte, los títulos de agua están limitados a 10 años, y actualmente no se tiene la certidumbre de que se vaya a contar con el recurso en la proporción necesaria para el funcionamiento de las granjas. El agua no necesariamente tiene que ser potable, pero sí ha de poder utilizarse en la limpieza de las granjas.

¹³⁴Fundación PRODUCE Nuevo León, A.C. / CDANL. 2005. Programa de Competitividad y Modelo de Negocio en la Cadena Global de Valor del Sector Porcino de Nuevo León.

8.2.5. Aves

El sector avícola de Nuevo León se divide en dos grandes grupos: producción de carne y producción de huevo. Ambos han ocupado destacados lugares a nivel nacional, pero su competitividad ha decrecido considerablemente en los últimos años.

El principal sistema de producción de carne y huevo de ave en el estado es en granjas avícolas. En Nuevo León existen 230 granjas, de las cuales 17 corresponden a granjas reproductoras de aves, 109 a granjas de pollo de engorda y 104 a granjas de aves de postura comercial.¹³⁵

Figura 8.8. Sistema de producción intensiva de pollo en granjas.



Foto: GENL (2009).

La producción de carne de ave se concentra en los municipios de la región central de la entidad, realizándose allí cerca del 98% de la producción. El 53% de las empresas de engorda de pollos se concentran en los municipios de Salinas Victoria, Cadereyta Jiménez, Marín y Pesquería. Salinas cuenta con 14 granjas y una densidad superior a dos millones de aves. El siguiente municipio con más actividad de producción de carne de pollo es Cadereyta con 12 granjas. Marín y Pesquería siguen la lista con 12 granjas. Cabe destacar que la mayoría de las granjas reproductoras se encuentra en el municipio de Galeana.¹³⁶

Los principales problemas que enfrenta el sector actualmente son la sanidad, la obsolescencia de la infraestructura, la falta de innovación en el procesamiento y la presentación de productos; todos estos representan grandes obstáculos para exportar. La exportación de huevo resulta esencial para el crecimiento del sector, puesto que México es el primer consumidor de huevo en el mundo y difícilmente puede ser más grande este mercado. Por ello, aunque no hay que descuidar las

¹³⁵ Fundación PRODUCE Nuevo León, A.C. / CDANL. 2005. Programa de Competitividad y Modelo de Negocio en la Cadena Global de Valor del Sector Avícola de Nuevo León.

¹³⁶ GENL-CDANL. 2008. Diagnóstico del Sector... *Ibid.*

necesidades del mercado nacional, el horizonte de desarrollo apunta hacia el mercado exterior, principalmente por la ventaja comparativa que representa su cercanía con Estados Unidos.

El clúster avícola es uno de los más sólidos del sector agropecuario, puesto que ya se han identificado cuáles son sus ventajas y oportunidades; sin embargo, ahora corresponde reforzar la integración de la cadena global de valor para lograr una competencia cooperativa que impulse su competitividad. Además, vale la pena consolidar los programas existentes, así como el uso efectivo de los recursos actuales.

8.3. Uso del agua en la producción pecuaria

8.3.1. Volumen de agua concesionado

En el estado de Nuevo León se tiene concesionado un volumen de agua total de 7.6 Mm³/año para uso pecuario, el cual representa el 0.4% del volumen total concesionado para los distintos usos consuntivos y no consuntivos en la entidad. Cabe mencionar que el 100% del volumen concesionado para uso pecuario proviene de aguas subterráneas y se extrae mediante pozos profundos habilitados principalmente con equipos de bombeo eléctricos o con papalotes que funcionan con energía eólica (Figura 8.9).

Figura 8.9. Papalote para extracción de agua del subsuelo en Anáhuac.



Foto: IANL (2011).

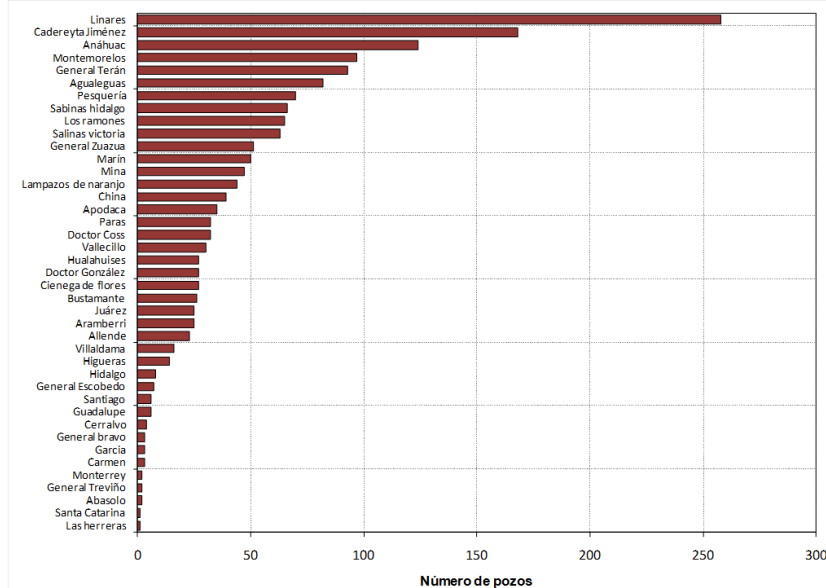
En la entidad se tienen registrados oficialmente un total de 1,704 pozos para uso pecuario, distribuidos en 41 de los 51 municipios que tiene el estado. El municipio con mayor número de pozos registrados para uso pecuario es Linares, con 258; le siguen Cadereyta y Anáhuac con 168 y 124 pozos, respectivamente. Los demás municipios restantes tienen menos de 100 pozos cada uno y hay dos municipios que sólo tienen uno (Los Herreras y Santa Catarina) (Figura 8.10 y Cuadro 8.1).

Cuadro 8.1. Número de pozos para uso pecuario por municipio en el estado de Nuevo León.

Municipio	No. Pozos	Municipio	No. Pozos
Abasolo	2	Hidalgo	8
Agualeguas	82	Higueras	14
Allende	23	Hualahuises	27
Anáhuac	124	Juárez	25
Apodaca	35	Lampazos de Naranjo	44
Aramberri	25	Las Herreras	1
Bustamante	26	Linares	258
Cadereyta Jiménez	168	Los Ramones	65
Carmen	3	Marín	50
Cerralvo	4	Mina	47
China	39	Montemorelos	97
Ciénega de Flores	27	Monterrey	2
Doctor Coss	32	Paras	32
Doctor González	27	Pesquería	70
García	3	Sabinas Hidalgo	66
General Bravo	3	Salinas Victoria	63
General Escobedo	7	Santa Catarina	1
General Terán	93	Santiago	6
General Treviño	2	Vallecillo	30
General Zuazua	51	Villaldama	16
Guadalupe	6	Total:	1,704

Fuente: CONAGUA-REPDA (2011).

Figura 8.10. Número de pozos para uso pecuario por municipio en Nuevo León.



Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA-REPDA (2011).

8.3.2. Consumo de agua por especie animal

El suministro de cantidades adecuadas de agua es importante para los animales en pastoreo o en condiciones estabuladas o de corral. El consumo de agua a libre acceso nunca se debe de limitar, ya que el agua es tanto un nutriente como un medio para funciones metabólicas en el cuerpo, es un importante constituyente de la leche y los tejidos, y proporciona un medio para la eliminación de sustancias de desecho del organismo. Las ganancias diarias de peso están directamente relacionadas a la cantidad y calidad de alimento consumido cada día, pero el consumo de alimento puede ser severamente reducido por el consumo inadecuado de agua. La restricción del consumo de agua reduce la producción de leche en hembras lactantes, reduce la ganancia en animales tanto mamonos como destetados, y puede contribuir o causar a pérdidas por muerte en casos severos.¹³⁷

Ahora bien, los requerimientos de agua por especie pecuaria varían mucho en función de: el tipo de ganado (bovino, caprino, etc.), el propósito de la producción (leche, carne, etc.), la etapa de desarrollo en la que se encuentra, la temperatura ambiente, entre otros. El peso corporal y la condición del animal, el estado de producción, la cantidad de actividad, y factores del medio ambiente afectan la cantidad de agua consumida por los animales. Altas temperaturas, baja humedad ambiental, alto contenido de sal o proteína en la dieta, alimentos secos y un aumento en el consumo de alimento incrementan el consumo de agua.

Por ello, debido a lo descrito anteriormente, no existen datos precisos sobre el consumo diario de agua por especie animal. Sin embargo, diversos investigadores han hecho estimaciones al respecto.¹³⁸

De esta manera, para determinar el consumo anual de agua de los diferentes tipos de ganado que se tienen en el estado de Nuevo León, se emplearon datos de consumo promedio de agua *per cápita* encontrados en la literatura¹³⁹, así como el inventario a nivel estatal de cada tipo de ganado (número de cabezas que se tienen registradas), tal como se muestra en el Cuadro 8.2.

¹³⁷ Chávez D., J. A. y Morales G., V. 2003. Manejo del Agua... *Ibíd.*

¹³⁸ Maynard *et al.*, 1981; Church *et al.*, 2004; Galeano, 2005; Cseh, 2006. Citados en: Manzano C., M. *et al.* 2010. Diagnóstico Integrado de la Cuenca del Río San Juan.

¹³⁹ *Ibíd.*

Cuadro 8.2. Estimación del consumo de agua por especie pecuaria en el estado de Nuevo León (2007).

Especie	No. de Unidades de Producción ^{a/}	Existencias (cabezas) ^{a/}	Consumo de agua		
			Promedio diario ^{b/} (L/día)	Total diario (L/día)	Total anual (Mm ³ /año)
Bovino	16,826	656,816	81.3	53,399,141	19.5
Equino	11,771	57,584	39.2	2,257,293	0.8
Porcino	7,914	268,357	14.0	3,756,998	1.4
Ovino	1,416	193,943	6.6	1,280,024	0.5
Caprino	9,770	358,357	11.5	4,121,106	1.5
Conejos	ND	2,219	0.5	1,109	0.0
Aves ^{c/}	20,402	17,535,085	0.4	7,014,034	2.6
Total	68,099	19,072,361		71,829,704	26.2

^{a/}Fuente: Anuario Estadístico de Nuevo León (2011).

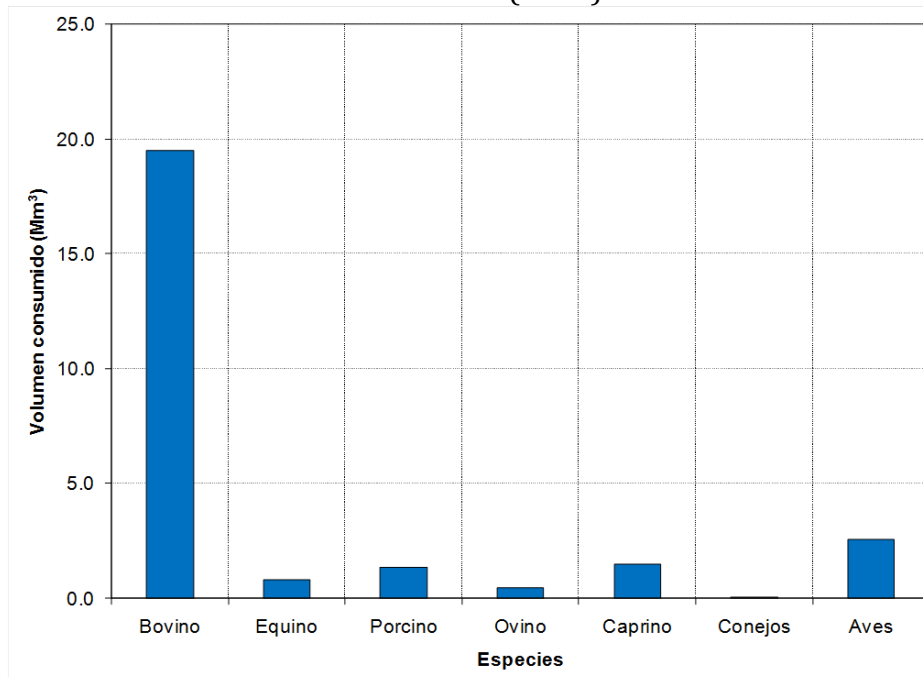
^{b/}El consumo promedio diario se determinó con base en los datos reportados por la literatura (Maynard *et al.*, 1981; Church *et al.*, 2004; Galeano, 2005; Cseh, 2006) para las distintas especies de ganado.

^{c/}Aves de corral, incluye: gallos, gallinas, pollos, guajolotes, patos, gansos, codornices y otros.

De acuerdo con los datos presentados en este cuadro, en Nuevo León el consumo de agua para uso pecuario en el año 2007 fue de aproximadamente 26.2 Mm³. Este consumo estimado es muy superior al volumen total concesionado en la entidad para uso pecuario (7.6 Mm³/año), lo cual indica que se tiene un déficit en el abasto de agua, por lo cual una gran parte del volumen consumido por el ganado proviene del agua de lluvia que es captada y aprovechada mediante pequeñas obras de almacenamiento (bordos, embalses, trampas de lluvia, etc.), sobre todo en lo que se refiere al ganado bovino, ovino y caprino que se tiene en condiciones de pastoreo en agostaderos.

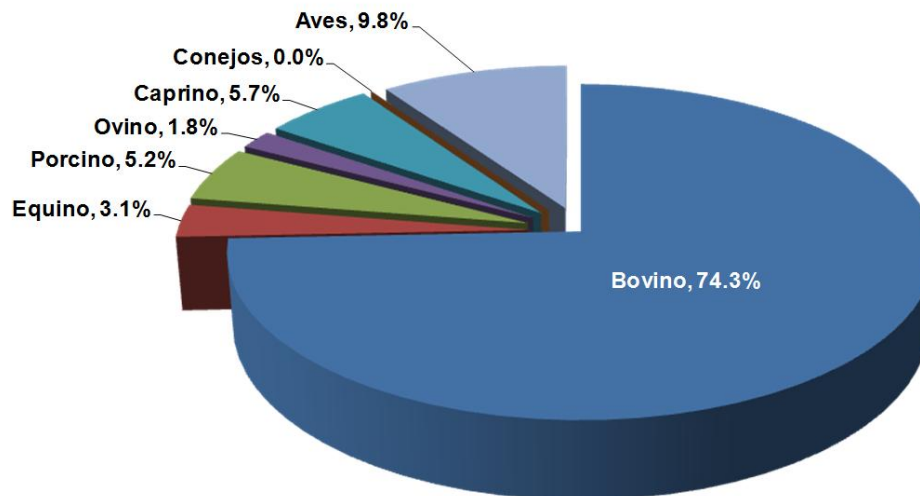
En la Figura 8.11 se observa que el ganado bovino es el que consume la mayor cantidad de agua, comparativamente con el resto de las especies. En el año 2007 el consumo estimado de agua por el ganado bovino del estado fue de 19.5 Mm³, lo cual representa el 74.4% del volumen total consumido en el uso pecuario (Figura 8.12). Esto nos da una idea de la importancia que tiene el agua para la producción de ganado bovino en la entidad y de la necesidad de realizar más obras de captación de agua de lluvia y mayor investigación para aprovechar de manera eficiente y sustentable el vital líquido en este sector.

Figura 8.11. Consumo anual de agua por especie pecuaria en el estado de Nuevo León (2007).



Fuente: elaboración propia con base en Anuario Estadístico de N.L. (2011).

Figura 8.12. Distribución porcentual del consumo anual de agua por especie pecuaria en el estado de Nuevo León (2007).



Fuente: elaboración propia con base en Anuario Estadístico de N.L. (2011).

8.4. Problemas relacionados con el uso del agua en la producción pecuaria

El desarrollo de la actividad ganadera está sujeto a riesgos derivados de factores internos y externos. Es decir, el sector pecuario, al igual que cualquier otra actividad productiva sustentada en procesos biológicos, muestra gran sensibilidad ante la presencia de fenómenos meteorológicos extremos como son la prolongación de los periodos de estiaje o sequía, periodos de lluvia prolongada e inundación de terrenos, los cuales tienen un efecto directo en aquellas ramas de la producción practicadas bajo sistemas extensivos o de pastoreo, dentro de los que se ubica la producción de carne bovino, ovino y caprino.

Una de las características básicas del estado de Nuevo León, que se constituye en gran medida como una condicionante para la cadena de producción de ganado bajo sistemas extensivos, tiene que ver con las condiciones climáticas de la propia entidad, pues la mayor parte del estado tiene climas áridos extremos, sobre todo en el norte y sur.

La precipitación tiene un rango muy amplio, ya que en partes de la región central tiene promedios que van hasta 1,200 mm anuales, y en contraste en amplias partes del sur del estado, y norte, sobre todo en los municipios de Doctor Arroyo y Mina la lluvia es de sólo 200 mm por año. La topografía es clave en el patrón de distribución geográfica de la lluvia, toda vez que las montañas se constituyen en una barrera orográfica con altitudes superiores a los 3,000 metros.

Figura 8.13. Panorámica de la sequía en el sur del estado de Nuevo León.



Foto: Milenio Diario (2011).

La zona donde se ubica el estado tiene el más alto coeficiente de variación de precipitación (35%) entre las regiones semiáridas del mundo. La gran variación de humedad entre años es posiblemente una mayor restricción en los sistemas agrícolas y ganaderos, que la cantidad de lluvia anual. Las sequías son comunes y frecuentemente severas.

Derivado de las temporadas de sequías, en las cuales se presentan altos coeficientes de variación en la precipitación, se presenta escasez en la producción de forraje y adicionalmente se tienen problemas de establecimiento y persistencia de praderas, por lo que se agrava el problema de costos, al tener que utilizar forrajes de corte que son más caros y que representan alternativas no viables en el mediano plazo.¹⁴⁰

La falta de lluvias por períodos prolongados –de seis meses o más– genera una situación de crisis en los diferentes ranchos del estado, donde deben invertir en el traslado de agua para los animales y así evitar mayores pérdidas. De acuerdo con el dirigente de la Unión Ganadera y Regional de Nuevo León, cada vaca consume de 80 a 100 litros de agua diariamente, por lo que un ganadero tendría que contratar el servicio de pipas para acarrear agua a su rancho, y ello implica altos costos, ya que serían traslados de decenas de kilómetros. No obstante, los costos por el acarreo del agua son menores que los costos por la pérdida total del ganado.¹⁴¹

Figura 8.14. Ganado afectado por la sequía en el sur de Nuevo León.



Foto: Inforural (2011).

En el año 2011 los ganaderos de Nuevo León vivieron una situación crítica debido a la falta de agua, pues en el estado no se registraron lluvias desde febrero hasta abril, a pesar de que en este periodo se presentan en promedio 62.1 mm de agua, y no fue hasta mayo cuando apenas se precipitaron en la entidad 6.5 mm de lluvia, según reportó la CONAGUA. Desde hacía 27 años no se había registrado una sequía tan

¹⁴⁰ SAGARPA / GENL. 2004. Informe de Evaluación Estatal del Programa Fomento Ganadero.

¹⁴¹ Diario Milenio, 8 de junio de 2011. “Sequía prende alertas en el sector ganadero de NL”.

prolongada, la cual ocasionó la pérdida de cerca de 60 millones de pesos por la muerte de alrededor de 3,000 cabezas de ganado y el daño en más de 50,000 hectáreas de diversos cultivos de temporal.¹⁴²

La situación más grave por la falta de lluvias se presentó en la zona sur del estado (sobre todo en los municipios de Galeana, Mier y Noriega, General Zaragoza y Doctor Arroyo), aunque también se extendió hacia otros puntos, particularmente en los municipios del centro. Esto fue producto de una sequía atípica, pues las heladas que se presentaron a finales de 2010 y principios de 2011 afectaron el forraje del cual se dispone para alimentar el ganado. Por este motivo, los 51 municipios de la entidad fueron declarados oficialmente por la CONAGUA como zona de desastre, con lo cual se tuvo acceso a recursos económicos federales del FONDEN (Fondo de Desastres Naturales) y al Fondo de Contingencias Climatológicas que utiliza el Gobierno del Estado para mitigar los efectos del temporal seco.¹⁴³ Además, el Gobierno del Estado a través de la Corporación para el Desarrollo Agropecuario (CDANL) puso en marcha un programa emergente para apoyar a los productores del campo con el desazolve y la reparación de presas, así como un programa de apoyo alimentario para el ganado mediante la otorgación de un suplemento de alta proteína, fósforo y trazas minerales.¹⁴⁴

8.5. Posibles soluciones a la problemática planteada

Para atender, en términos generales, la problemática de los productores pecuarios de nuestro país, la SAGARPA ha implementado en los distintos estados de la República el Programa Fomento Ganadero (PROGAN) durante los períodos 2003-2006 y 2008-2012, el cual consiste en apoyar la capitalización de los productores pecuarios a través del otorgamiento de subsidios para la construcción y rehabilitación de infraestructura, la adquisición y modernización de equipo y acelerar la adopción de tecnología a nivel de las unidades de producción primaria en lo relativo a alimentación (producción y conservación de forraje), mejoramiento genético y sanidad; además de promover la inversión en proyectos económicos que otorguen valor agregado a la producción primaria, mediante el apoyo en infraestructura, maquinaria y equipo para el acopio y transformación de productos pecuarios provenientes de las especies bovina, ovina, caprina, porcina, avícola, apícola y cunícola, principalmente, complementados con la asistencia técnica a través de profesionistas.¹⁴⁵

Sin embargo, a pesar de los apoyos recibidos a través del PROGAN en el estado de Nuevo León, aún permanecen factores críticos que no son atendidos por el programa, como son la escasez de agua, la degradación de recursos naturales, la falta de forraje y problemas de salud animal y comercialización, los cuales no están contemplados en el

¹⁴² CNN México, 29 de junio de 2011. “Intensa sequía en Nuevo León provoca pérdidas millonarias”.

¹⁴³ Diario Milenio, 26 de junio de 2011. “Declaran a NL zona de desastre por sequía”.

¹⁴⁴ CDANL. 2011. “Analizan problemática causada por sequía en el agro de Nuevo León”.

¹⁴⁵ SAGARPA / GENL. 2004. Informe de Evaluación Estatal... *Ibíd.*

mismo. El pastoreo excesivo, los efectos de las sequías y el manejo inadecuado de las praderas y pastizales en algunas zonas del estado, han propiciado la disminución del potencial forrajero, así como la desertificación y degradación de los terrenos; lo cual se ha traducido en un impacto ambiental negativo por la erosión y la pérdida de la capacidad de retención de humedad e infiltración de agua hacia los mantos freáticos.¹⁴⁶

Para dar solución a este tipo de problemas, la SAGARPA ha implementado en la mayoría de las entidades del país –incluido el estado de Nuevo León–, el Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales en la Producción Primaria, el cual tiene un componente o subprograma específico denominado Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA). Este subprograma se especializa en el apoyo para la construcción de pequeñas obras de captación y almacenamiento de agua de lluvia, así como obras, prácticas y acciones para el aprovechamiento sustentable de los recursos suelo y vegetación asociados a la producción primaria (incluyendo obras y prácticas para el manejo integral de agostaderos, recarga de acuíferos, manejo de aguas broncas, etc.). Para el caso del estado de Nuevo León, en el año 2009 el presupuesto asignado bajo este programa fue de 15.3 millones de pesos, con el cual se construyeron distintos tipos de obras de captación de agua con una capacidad total de almacenamiento de 197 mil m³ y se beneficiaron a 247 usuarios.¹⁴⁷

Además, otras dependencias gubernamentales, como la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA), han implementado acciones para mitigar los impactos de la sequía en el sector agropecuario de nuestro país. Un ejemplo de las obras realizadas por la CONAZA en el estado de Nuevo León son las trampas de lluvia para uso ganadero instaladas en el municipio de Doctor Arroyo (Figura 8.15).

Figura 8.15. Trampas de agua de lluvia en el municipio de Doctor Arroyo, N.L.



Fotos: CONAZA (2004).

¹⁴⁶Fundación PRODUCE Nuevo León, A.C. / CDANL. 2005. Programa de Competitividad y Modelo de Negocio en la Cadena Global de Valor del Sector Bovino de Nuevo León.

¹⁴⁷SAGARPA. 2010. Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales en la Producción Primaria. Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua.

Las trampas de lluvia son sistemas recolectores de agua pluvial, básicamente consistentes en un área de captación que se conecta con una cisterna de almacenamiento. El agua almacenada en la cisterna se distribuye por gravedad, entubándola hasta el centro de los agostaderos, cuando se trata de consumo animal o hasta las cercanías de la población cuando se va a utilizar para consumo humano. El área de escurrimiento y la cisterna de almacenamiento que se encuentran dentro de una superficie cercada, deben quedar totalmente impermeabilizadas. Además la cisterna debe contar con un retardador de evaporación.¹⁴⁸

Sin embargo, a pesar de las acciones implementadas y de los programas emprendidos por las distintas dependencias federales y estatales para apoyar a los productores pecuarios, aún queda mucho por hacer en este rubro, y es imprescindible realizar mayor investigación tendiente a propiciar el uso racional y el aprovechamiento eficiente y sustentable del agua en la producción ganadera, tal como se describe en el siguiente apartado.

8.6. Oportunidades de investigación aplicada

El agua y el forraje son los dos elementos básicos que integran la dieta alimenticia del ganado que se cría en condiciones de pastoreo, ya sea en agostadero o en praderas inducidas. Por lo tanto, las oportunidades de investigación aplicada en relación con el uso eficiente y sustentable del agua en el subsector pecuario, deben estar enfocadas a la ubicación óptima de fuentes de agua y a la captación y aprovechamiento del vital líquido con fines de producción intensiva de forrajes y de abrevadero del ganado.

Así, una primera línea de investigación aplicada en este sentido, es la que se refiere al uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la localización específica de fuentes de agua y la planeación estratégica del pastoreo en agostaderos. Los SIG permiten visualizar y determinar, mediante la combinación de distintos tipos de mapas, la ubicación óptima de las fuentes de agua y la carga de pastoreo recomendable (número de animales por hectárea) en función de distintos factores tales como: el tipo de animales (especies involucradas), el inventario de aguajes y puntos de agua, los recursos forrajeros, los cercos y límites de potreros y ranchos, los tipos de vegetación dominante y la topografía del terreno. Todos estos elementos pueden ser de utilidad en la toma de decisiones en cuanto al manejo de los recursos naturales (agua y forraje) y del ganado (Figura 8.16).¹⁴⁹

¹⁴⁸ CONAZA. 2011. www.conaza.gob.mx

¹⁴⁹ Chávez D., J. A. y Morales G., V. 2003. Manejo del Agua... *Ibíd.*

Figura 8.16. Ejemplo del uso de SIG para la ubicación óptima de fuentes de agua para abrevadero.



Fuente: Chávez y Morales, 2003.

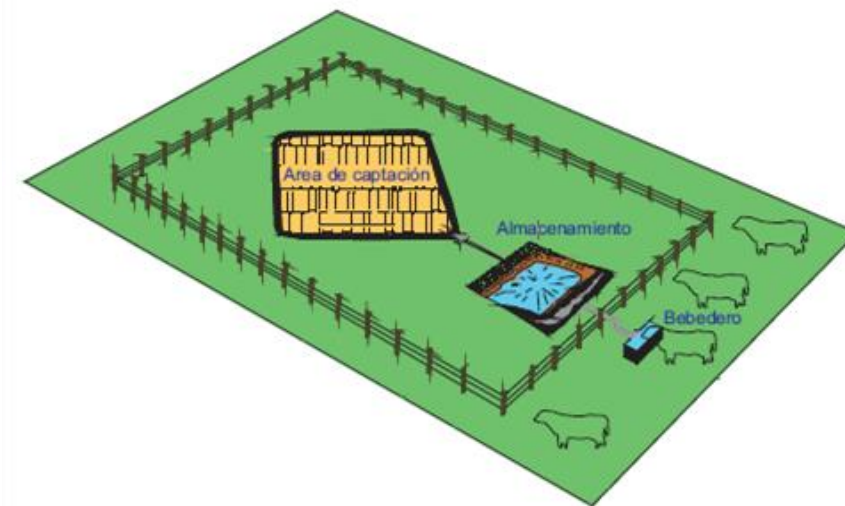
La localización y número de puntos de agua en los potreros es importante en el control del movimiento, distribución y concentración de animales en pastoreo. Cuando otros factores no limitan la distribución del pastoreo, la distancia del agua para beber controla el límite de la utilización de la vegetación. Mientras que otros factores juegan un papel importante en la determinación donde pastorearan los animales –por ejemplo, determinación de la frontera interior–, la distancia del agua determinará la frontera exterior en la que los animales pastorearan. Un forraje abundante en unidades grandes de pastoreo muchas veces se encuentra a distancias considerables de los aguajes; por lo tanto, el conocimiento de las distancias que los diferentes tipos y clases animales de ganado pueden viajar del punto de agua y la utilización que harán del forraje disponible es necesario para la planeación del programa de manejo. El tipo de vegetación, la topografía, la estación, y tipo y aún clase y edad del animal pueden modificar la relación de utilización de la vegetación a distancia del agua.¹⁵⁰

Por otro lado, otra línea de investigación importante es la que se refiere a la implementación de paquetes tecnológicos integrales que permitan realizar el aprovechamiento sustentable del agua en la producción agrícola y ganadera. Un paquete de este tipo puede estar constituido por los siguientes elementos: un sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia (trampa de lluvia), un invernadero para la producción intensiva de forraje hidropónico y un módulo de compostaje para procesar residuos sólidos (excremento del ganado). Estos tres elementos generalmente se manejan de manera aislada, con lo cual no se logra el aprovechamiento integral de los recursos, pero la oportunidad de investigación consiste en integrarlos en un solo paquete y optimizar su funcionamiento.

¹⁵⁰ *Ibíd.*

Las trampas de captación de agua de lluvia para abrevaderos –mismas que fueron descritas en el inciso anterior–, son una alternativa para que el ganado obtenga agua permanente durante las épocas de sequía prolongada, contribuyendo a reducir los problemas de abastecimiento de este vital líquido que afrontan los hatos ganaderos (Figura 8.17).¹⁵¹

Figura 8.17. Esquema de una trampa de lluvia para abrevadero.



Fuente: Fernández y Oropeza, 2000.

Además, el agua captada mediante este sistema se puede aprovechar para el abastecimiento de un pequeño invernadero habilitado para la producción de forraje verde hidropónico (Figura 8.18). El invernadero ofrece una alternativa muy valiosa para la producción rápida y simple de forraje verde de incalculable valor en época de sequía. Suplemento que en estas condiciones resulta ser importante fuente de excelente alimento para el ganado y que significa la diferencia entre mantener su peso, perder tal condición o su valor total.¹⁵²

Algunas de las ventajas de este método son: se emplea menor cantidad de agua para la producción de forraje (debido a que se utilizan métodos de riego por goteo o microaspersión); presenta menos problemas de plagas y enfermedades; produce forraje diariamente durante todo el año y se puede programar su producción con base en la demanda; no requiere de grandes superficies de tierras, ni períodos largos de producción, tampoco alguna forma de conservación y almacenamiento; está protegido de las lluvias, de las bajas temperaturas y de la exposición directa de los rayos del sol; el forraje es consumible en su totalidad, con raíces, tallos, hojas y restos de semillas, es además una opción en lugares con poca disponibilidad de agua, tierras no aptas para el cultivo o en climas extremos. Además, el costo de producción de forraje verde

¹⁵¹ Fernández, R. y Oropeza, M. 2000. Trampa de Captación de Agua de Lluvia para Abrevadero.

¹⁵² Invernaderos Tecnológicos Inteligentes, S.P.R. de R.L. 2011. Sistema de Producción de Forraje Verde Hidropónico.

hidropónico, por concepto de superficie es 10 veces menor que el de una superficie para la producción de cualquier forraje en espacios abiertos, lo que se ejemplifica con el dato de que 75 m² de producción de forraje verde hidropónico tienen el equivalente de 3 hectáreas de terreno agrícola para la producción de alfalfa.¹⁵³

Figura 8.18. Producción de forraje hidropónico en invernadero.



Fotos: Invernaderos Tecnológicos Inteligentes, S.P.R. de R.L. (2011)

Con este método es posible suministrar alimento constante a diferentes especies de ganado, durante todos los días del año (p. ej. en un invernadero de 144 m² se puede producir forraje verde en cantidad suficiente para alimentar a 120 cabezas de ganado vacuno por día), evitando alteraciones digestivas, menor incidencia de enfermedades, un aumento en la fertilidad y producción de leche y en general todas las ventajas que los animales pueden obtener de una buena alimentación. Por cada kilogramo de grano germinado se obtienen de 6 a 9 ó más kilogramos de forraje de alto valor nutritivo formado por tallos, hojas, raíces y restos de la semilla, sin emplear fertilizantes o agroquímicos.¹⁵⁴

Finalmente, para completar el paquete tecnológico integral, es preciso añadir a los elementos descritos anteriormente (trampa de lluvia e invernadero) un módulo de compostaje colocado en una ubicación estratégica que permita realizar el manejo y aprovechamiento adecuado de los residuos sólidos (estiércol del ganado) y evitar la contaminación del agua captada y almacenada. El módulo de compostaje permite obtener abono orgánico (composta) a partir del estiércol y de los residuos de plantas y animales muertos, y puede ser utilizado para fertilizar el forraje cultivado en praderas o cualquier otro tipo de cultivos a campo abierto, lo cual permite obtener un valor agregado adicional a la producción ganadera.

¹⁵³ Tarrillo, O. H. s/f. Forraje verde hidropónico, forraje de alta calidad para la alimentación animal. Referido en: Romero V., M.E. *et al.* 2009. Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero.

¹⁵⁴ Invernaderos Tecnológicos Inteligentes, S.P.R. de R.L. 2011. Sistema de Producción de Forraje... *Ibíd.*

CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones derivadas del diagnóstico realizado, destacando los aspectos más importantes que tienen relación con la gestión y el uso del agua en el sector agropecuario del estado de Nuevo León.

En principio, es importante destacar que el estado se caracteriza por tener una escasa precipitación pluvial y una distribución irregular de la lluvia, así como una fuerte oscilación de la temperatura, lo cual produce climas áridos extremos que son poco favorables para el desarrollo de las actividades agrícolas en gran parte de su territorio. El subsector agrícola cuenta en el estado con una superficie del orden de 392 mil hectáreas abiertas al cultivo anualmente, representando solamente el 6.1% de la superficie total en la entidad. La agricultura se desarrolla principalmente en los valles y llanos del estado, siendo en los municipios del centro y sur de la entidad donde se concentra el 82% de la superficie dedicada a esta actividad. Del área total destinada a la agricultura, aproximadamente el 30% es de riego y el 70% de temporal, siendo la agricultura de riego tres veces más productiva que la de temporal.

Por otro lado, en la mayor parte de la entidad se presentan condiciones naturales favorables para el desarrollo de las actividades pecuarias, siendo la ganadería la que ocupa el principal uso del suelo en el estado, con una superficie que asciende a 5.5 millones de hectáreas y representa el 86% del área estatal. De esta superficie, el 90% corresponde a agostaderos naturales, el 9.7% son praderas de temporal y sólo el 0.3% restante son de praderas de riego. Como se observa, la superficie de agostadero es la más extensa del estado, ubicándose fundamentalmente en los pastizales del centro y norte, así como en las partes bajas de la Sierra Madre Oriental.

Ahora bien, aunque el subsector pecuario es más importante que el agrícola desde el punto de vista de la extensión territorial¹⁵⁵, lo cierto es que la agricultura es más relevante desde la perspectiva del consumo de agua, pues del volumen total concesionado para los distintos usos consuntivos y no consuntivos de Nuevo León (2,150 Mm³/año), el 63.8% se destina al uso agrícola, y sólo el 0.4% del volumen es para uso pecuario.

¹⁵⁵ Y también desde el punto de vista de su aportación al Producto Interno Bruto (PIB) del sector primario estatal, pues la ganadería genera alrededor del 58.8% del valor de la producción y la agricultura el 41.1%.

No obstante, independientemente de los volúmenes de agua asignados para cada actividad, el principal problema relacionado con el uso del vital líquido en el sector agropecuario es, en general, la baja disponibilidad del recurso debido a las condiciones hidrológicas imperantes y a la presencia de sequías recurrentes y prolongadas. Esto, aunado a la competencia por el uso del agua entre los diferentes sectores (agrícola, pecuario, público-urbano e industrial), ha tenido como consecuencia que la situación de los recursos hídricos en la entidad sea crítica.

Así, con respecto a la disponibilidad de aguas superficiales, el volumen de agua disponible para nuevas concesiones es muy reducido en las cuencas hidrológicas del estado. Por ejemplo, en las cuencas que conforman la región hidrológica número 24 Bravo-Conchos (la cual incluye los ríos Álamo, Salinas, Pesquería y San Juan, y abarca el 63.7% de la superficie estatal en la porción centro-norte), el volumen disponible para nuevas concesiones es prácticamente nulo; aún más, estas cuencas presentan un déficit en su disponibilidad, lo cual indica que el volumen comprometido de las mismas –mediante títulos de concesión de aguas nacionales expedidos por la CONAGUA– es mayor que el volumen medio anual de escurrimiento.

Por su parte, las cuencas de las regiones hidrológicas números 25 San Fernando-Soto La Marina y 37 El Salado (en la parte este-sureste del estado y en la porción sur-suroeste, respectivamente), están sujetas a los acuerdos publicados en 1931 en el Diario Oficial de la Federación (DOF) que establecen de veda por tiempo indefinido sobre la concesión de aguas en los ríos Conchos o San Fernando y Salado. Mediante estos acuerdos de veda se busca establecer un equilibrio del agua en las cuencas mencionadas a fin de instaurar un uso sustentable que permita realizar las diversas actividades humanas sin el detrimento del ambiente.

Ahora bien, con respecto a las aguas subterráneas, la situación es más crítica aún: la gran mayoría de los acuíferos cuya disponibilidad de agua ha sido publicada en el DOF, presentan un déficit de aguas subterráneas (este es el caso de los acuíferos Sabinas Parás, Área Metropolitana de Monterrey, Campo Buenos Aires, Campo Mina, Campo Durazno, Citrícola Norte, Citrícola Sur y Natividad-Potosí-Raíces). Esto indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones de agua en tales acuíferos; por el contrario, hay un volumen que se está extrayendo del almacenamiento no renovable de los mismos.

Además, hay dos acuíferos en el estado que están sobreexplotados (Campo Mina y Natividad-Potosí-Raíces), lo cual indica que el volumen de extracción de agua subterránea en estos acuíferos es mayor que su recarga media anual. El acuífero Campo Mina, que se ubica a unos 36 km al noroeste de la ciudad de Monterrey y cuyas aguas se destinan en su mayor parte para el uso público urbano del área metropolitana, se encuentra constreñido desde hace varios años (1951, 1956 y 1958) a los decretos que instituyen vedas por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en los terrenos que ocupan y circundan el área conurbada de Monterrey. Por su parte, el acuífero Natividad-Potosí-Raíces, que abarca casi por

completo el municipio de Galeana y cuyas aguas subterráneas se destinan en un 95% al uso agrícola, está sujeto desde 1978 al decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro del límite geopolítico del municipio de Galeana, para el mejor control de las extracciones, uso y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona. No obstante, actualmente no se dispone de un censo de campo para conocer los aprovechamientos en este acuífero y tampoco se tiene una estrategia para recuperarlo.

Por ello, una primera línea de investigación-acción que se propone en este diagnóstico, es la realización de un estudio detallado para determinar y analizar las extracciones reales de agua del acuífero de Galeana (Natividad-Potosí-Raíces) donde el principal uso del recurso hídrico es el agrícola. El estudio propuesto tendría como objetivo elaborar un plan integral para el manejo sustentable del acuífero mencionado, mediante el uso de tecnologías de la información y con base en un censo de campo de las extracciones de agua del subsuelo.

Esto es debido a que, con base en lo expuesto hasta el momento, se considera que es urgente e imperiosa la necesidad de establecer estrategias para el uso sustentable de las aguas superficiales y subterráneas en el estado de Nuevo León, específicamente en lo que se refiere al uso y manejo del vital líquido en el sector agrícola, específicamente en los distritos y unidades de riego que son los que utilizan el 100% del agua destinada al uso agrícola y tienen en general bajas eficiencias en el aprovechamiento del vital líquido, tal como se verá a continuación.

En principio, con respecto a los distritos de riego, en el estado se ubican los distritos 004 Don Martín y 031 Las Lajas, que en conjunto ocupan una superficie regable total de 33,468 hectáreas, son operados por 1,900 usuarios y tienen un volumen concesionado de 239.8 Mm³/año (15% del volumen total concesionado para uso agrícola). Estos distritos se caracterizan por presentar problemas comunes tales como: deterioro de la infraestructura hidroagrícola (canales, estructuras de control y medición del agua, etc.); baja eficiencia en el uso del agua de riego (alrededor del 30%); abandono de tierras de cultivo; y problemas financieros de las Asociaciones Civiles de Usuarios que están a cargo de la operación, conservación y administración de los mismos. Sin embargo, el principal problema es la baja disponibilidad de agua en ciertos años debido a la presencia de sequías recurrentes. Como consecuencia del último período de sequía (1995-2005), que ha sido el más severo y prolongado del cual se tiene registro, se puso en tela de juicio la pertinencia de la agricultura de riego en los distritos. Por ello, el DR 004 se encuentra actualmente en proceso de desincorporación de superficies de riego y de reducción del volumen concesionado – en el marco del Programa para la Adquisición de Derechos de Agua (PADUA) implementado por la CONAGUA–, con lo cual se busca reducir la superficie y el volumen alrededor de un 50% de los valores actuales (quedando con sólo 15 mil hectáreas de riego y un volumen concesionado de 146.2 Mm³/año), con el propósito de lograr la sustentabilidad del uso del agua en el distrito.

De lo anterior se deriva precisamente una oportunidad de investigación importante orientada a incrementar la eficiencia en el uso del agua y mejorar la productividad agrícola en los distritos de riego, particularmente en el DR 004: la reconversión productiva a través de la utilización de técnicas de agricultura protegida, principalmente mediante el uso de invernaderos. Esta técnica representa una excelente alternativa para la producción agrícola intensiva, debido a que permite obtener grandes cantidades de producción en poco tiempo y con menores volúmenes de agua, en comparación con la agricultura a campo abierto.

Por otro lado, con respecto a las unidades de riego, en el estado de Nuevo León se tienen registradas oficialmente 803 unidades de riego que ocupan una superficie total de 116,326 hectáreas y son operadas por 17,190 usuarios. Se estima que en conjunto estas unidades tienen un volumen concesionado total de 2,130 Mm³/año, que representa el 85% del volumen para uso agrícola en el estado. No obstante, debido a la complejidad, variedad y extensión –generalmente reducida– de las unidades de riego, es poca la información actualizada y detallada que existe sobre los beneficiarios, superficies, patrones de cultivos, estadísticas de producción y volúmenes de agua utilizados en las mismas. Por ello, es imperiosa la necesidad de verificar y actualizar la información de estas áreas agrícolas.

En este sentido, una oportunidad de investigación-acción en las unidades de riego del estado, es el desarrollo de modelos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permitan determinar la ubicación exacta de cada una de las unidades de riego que se abastecen de aguas superficiales y subterráneas, incluyendo la base de datos asociada correspondiente (superficie, número de usuarios, cultivos, acuífero, características de los pozos, etc.), así como la puesta en marcha de un programa de hidrometría para el mejoramiento de la medición del agua que se utiliza en dichas unidades.

Asimismo, como parte fundamental de las unidades de riego en el estado, existen dos Sociedades de Responsabilidad Limitada (SRL), que están conformadas por los usuarios de las Asociaciones Civiles que utilizan las aguas de los ríos Conchos y Pesquería para el riego de sus cultivos. Estas Sociedades aglutinan en conjunto a un total de 858 usuarios, abarcan una superficie de riego de 14,857 hectáreas y tienen un volumen concesionado de 95.6 Mm³/año. Los principales problemas de estas unidades de riego son: la falta de infraestructura hidroagrícola para la distribución, control y medición del agua (o el deterioro grave de la misma) y, como consecuencia, el desperdicio del agua y la baja eficiencia en el uso de la misma (inferior al 30%); además de la baja productividad agrícola de los cultivos (sorgo grano y forrajes, principalmente).

Por ello, una línea de investigación aplicada en estas unidades deberá enfocarse hacia la determinación de las necesidades reales de agua de los cultivos con la finalidad de estimar los calendarios de riego óptimos que eviten desperdicios del vital líquido por sobreirrigación (lo cual es muy común) y que permitan obtener una mayor eficiencia en la aplicación del agua. Sin embargo, para que esto sea efectivo, es necesario

primero rehabilitar la infraestructura hidroagrícola existente y cambiar los métodos tradicionales de riego por sistemas más eficientes que permitan ahorrar agua. También es preciso trabajar para cambiar la mentalidad de los productores que están acostumbrados a regar sus cultivos por inundación, ocasionado con ello no sólo el despilfarro del líquido vital, sino también el ensalitramiento de sus terrenos.

Este es el caso precisamente de las unidades de riego del río Pesquería, las cuales presentan problemas graves de ensalitramiento de los suelos debido a la aplicación de volúmenes de riego en exceso y a la falta de drenaje natural y artificial, por lo que una oportunidad de investigación y desarrollo en estas áreas agrícolas es la realización de un estudio detallado de salinidad de los suelos y el diseño e instalación de un sistema de drenaje parcelario demostrativo, con la finalidad de comprobar las bondades del mismo y coadyuvar en el aumento de la productividad agrícola en esta zona.

Además, una proporción importante de las unidades de riego del estado se encuentran en la denominada “región citrícola”, la cual está conformada principalmente por los municipios de Linares, Allende, Montemorelos, Hualahuises, General Terán y Cadereyta Jiménez. En conjunto, en estos municipios se tienen aproximadamente 4,836 huertas establecidas en 30,336 hectáreas (20% de temporal y 80% de riego). Esta región es reconocida en México por ser cuna del cultivo de los cítricos (naranja, mandarina y toronja), rubro en el que el estado de Nuevo León ocupa un lugar destacado, tanto por la superficie destinada a su cultivo como por el volumen y la calidad de la fruta cosechada, características que lo ubican en el sexto lugar a nivel nacional.

Aunque en la zona citrícola se tienen instalados sistemas de riego por goteo, aspersión y microaspersión en el 28% de la superficie bajo riego, la mayor parte se riega por gravedad (72%) –ya sea con agua de derivación procedente de los ríos o con agua de bombeo de pozos profundos–, con lo cual se alcanzan eficiencias muy bajas en la aplicación del agua (30-40%). A esto hay que agregarle las pérdidas por infiltración y evaporación en la red de conducción (regaderas de tierra), con lo cual se tiene una eficiencia global en el uso del agua que no supera el 30%.

Por lo anterior, tomando en cuenta que una de las amenazas para la región citrícola es la baja disponibilidad de agua para riego ocasionada por el aumento del consumo humano e industrial, así como la ocurrencia de sequías estacionales y prolongadas como la de 1998, es imperativo hacer un uso más eficiente y racional del agua en esta zona. De tal forma que, una oportunidad de investigación y desarrollo tecnológico que se vislumbra, es el diseño e implementación de sistemas de riego automatizados que permitan determinar las necesidades de agua de los cítricos en tiempo real, con lo cual se lograría aplicar el agua a los cultivos solamente en la cantidad requerida por los mismos en función de su etapa fenológica y de la evapotranspiración registrada cada día.

En este orden de ideas, hablando precisamente de la tecnificación del riego, una de las principales estrategias de innovación en el sector agropecuario por parte del Gobierno del Estado de Nuevo León para detonar regiones rurales marginadas e impulsar la tecnificación y reconversión productiva, ha sido el establecimiento de empresas de agricultura protegida que utilicen sistemas de producción bajo invernadero con cultivos de alto valor comercial (hortalizas, principalmente), reconvirtiendo superficies de agricultura tradicional a superficies de producción intensiva, destacando el establecimiento de tecno-parques privados y sociales con visión empresarial. Así, el estado cuenta actualmente con 255 invernaderos con una superficie productiva de 927,586 m², ubicados principalmente en el sur de la entidad. Estos invernaderos se distribuyen en 5 tecno-parques que tienen en total 185 invernaderos, además de 70 invernaderos independientes.

En todos los invernaderos se utiliza riego por goteo o microaspersión para aplicar el agua a los cultivos, lo cual permite alcanzar eficiencias superiores al 95% en el uso del agua. Inclusive en los tecno-parques hortícolas se tienen instalados sistemas centrales de riego automatizados, los cuales permiten dosificar la aplicación de agua y fertilizantes a los cultivos en la cantidad requerida y en el momento oportuno.

Sin lugar a dudas, lo anterior constituye una innovación trascendente en el método de producción de hortalizas y en la organización de los productores. No obstante, aún hay áreas de oportunidad importantes en las cuales es factible llevar a cabo proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Una de ellas es la diversificación de cultivos (debido a que más del 96% de la producción actual es de tomate), así como el diseño y aplicación de sistemas de riego hidropónicos (pues sólo el 0.1% de la producción se obtiene por medio de hidropónia). Además, es preciso investigar sobre el uso de fuentes de energía alternas como son la energía solar y eólica para la automatización de los invernaderos, así como la captación y el aprovechamiento del agua de lluvia con fines de riego (utilizando los invernaderos como “techos cuenca”).

Para lograr lo anterior, una alternativa viable es construir y habilitar un Laboratorio de Investigación Hidroagrícola, implementando e integrando la infraestructura necesaria que permita probar, adaptar e innovar sistemas tecnológicos de riego (fertirrigación, hidroponía, microaspersión, goteo, etc.), para realizar un uso racional y eficiente del agua en la producción agrícola intensiva bajo condiciones de invernadero, así como realizar todo tipo de experimentos y pruebas de prototipos sobre la automatización de los invernaderos y el aprovechamiento de fuentes alternas de energía (solar y eólica) y de la captación del agua de lluvia.

Finalmente, pasando a otro aspecto del diagnóstico, es ineludible anotar las conclusiones derivadas del análisis realizado sobre el uso y manejo del agua en el subsector pecuario. En el estado de Nuevo León se tiene concesionado un volumen de agua total de 7.6 Mm³/año para uso pecuario, el cual representa solamente el 0.4% del volumen total concesionado para los distintos usos consuntivos y no consuntivos en la entidad. Cabe mencionar que el 100% del volumen concesionado para uso pecuario

proviene de aguas subterráneas y se extrae mediante pozos profundos habilitados principalmente con equipos de bombeo eléctricos o con papalotes que funcionan con energía eólica.

Las principales explotaciones pecuarias en el estado son de ganado bovino, ovino, caprino, porcino y aviar, las cuales se desarrollan bajo diferentes contextos agroclimáticos, tecnológicos, de sistemas de manejo y por finalidad de producción (carne, leche, huevo, etc.), destacando por el mayor uso del agua la explotación de ganado bovino para carne y leche. Se estima que el consumo anual de agua para uso pecuario en la entidad es superior a los 26.0 Mm³, de los cuales el ganado bovino en su conjunto es el que consume la mayor cantidad del vital líquido (74.4% del volumen para uso pecuario), comparativamente con el resto de las especies. El volumen de agua consumido por el ganado bovino está incluso por encima del volumen total concesionado en la entidad para uso pecuario (que es de 7.6 Mm³/año), lo cual indica que se tiene un déficit importante en el abasto de agua para abrevadero, por lo que una gran parte del volumen utilizado en el subsector pecuario proviene del agua de lluvia que es captada y aprovechada mediante pequeñas obras de almacenamiento (bordos, embalses, trampas de lluvia, etc.), para ser usada en las explotaciones extensivas de ganado bovino, ovino y caprino en praderas y agostaderos.

Debido a que las regiones ganaderas extensivas del estado se caracterizan por la escases de precipitación pluvial y la variabilidad de la misma, ello exige que los productores y técnicos pecuarios desarrollen toda su capacidad imaginativa para implementar sistemas de captación, extracción y distribución del agua que les permita utilizar en forma eficiente los agostaderos. La falta de lluvias por períodos prolongados –de seis meses o más– genera una situación de crisis en los diferentes ranchos del estado, donde deben invertir en el traslado de agua para los animales y así evitar mayores pérdidas.

Por lo tanto, una oportunidad de investigación y desarrollo que se propone para este subsector, es la que se refiere al uso de SIG para la localización óptima de fuentes de agua y la planeación estratégica del pastoreo en agostaderos. Los SIG permiten visualizar y determinar, mediante la combinación de distintos tipos de mapas, la ubicación óptima de las fuentes de agua y la carga de pastoreo recomendable (número de animales por hectárea) en función de distintos factores tales como: el tipo de animales (especies involucradas), el inventario de aguajes y puntos de agua, los recursos forrajeros, los cercos y límites de potreros y ranchos, los tipos de vegetación dominante y la topografía del terreno. Todos estos elementos pueden ser de utilidad en la toma de decisiones en cuanto al manejo de los recursos naturales (agua y forraje) y del ganado.

Además de lo anterior, otra oportunidad de investigación y desarrollo tecnológico importante en el subsector pecuario, es la que se refiere a la implementación de paquetes tecnológicos integrales que permitan realizar el aprovechamiento sustentable del agua en la producción ganadera. Un paquete de este tipo puede estar

constituido por los siguientes elementos: un sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia (trampa de lluvia) para abrevadero, un invernadero para la producción intensiva de forraje hidropónico y un módulo de compostaje para procesar residuos sólidos (excremento del ganado). Estos tres elementos generalmente se manejan de manera aislada, con lo cual no se logra el aprovechamiento integral de los recursos, pero la oportunidad de investigación y desarrollo consiste en integrarlos en un solo paquete y optimizar su funcionamiento. Esto, tomando en cuenta también que es incipiente la investigación que se ha realizado en el estado de Nuevo León en lo referente a la producción de forraje en invernadero, siendo que ésta es una de las mejores alternativas para la producción de alimento para ganado en épocas de sequía, sobre todo en aquéllos lugares que se caracterizan por la escases de lluvias durante la mayor parte del año.

Para concluir este capítulo y también este documento, se puede afirmar que se cumplieron cabalmente los objetivos planteados al inicio del proyecto, pues el diagnóstico realizado permitió conocer la situación actual y las perspectivas futuras sobre la gestión y el uso del agua en el sector agropecuario del estado de Nuevo León, identificando los principales problemas y planteando posibles soluciones en relación con el uso eficiente y sustentable del agua en la producción agrícola y pecuaria. Asimismo, con la realización de este diagnóstico se contribuyó a ampliar y profundizar en el nivel de conocimiento existente sobre el tema del agua en el estado de Nuevo León y se sentaron las bases iniciales que permitirán avanzar en el diseño y ejecución de proyectos específicos de investigación y desarrollo tecnológico en este aspecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera-Herrera, N.; Hernández-Silva, G., y Vallejo-Gómez, E. 1979. Estudio Edafológico del Distrito de Riego 04, Estados de Coahuila y Nuevo León. En: Revista de Geología, Vol. 3, No. 1. Instituto de Geología de la UNAM. México, D.F.
- CDANL / SAGARPA. 2011. Agricultura Protegida en Invernadero: Estrategia para Detonar Regiones Marginadas e Impulsar la Tecnificación Productiva. Monterrey, N.L.
- CONAGUA. 2000. Reglamento del Distrito de Riego 004 Don Martín, Coahuila y Nuevo León. México, D.F.
- CONAGUA. 2001. Proyecto de Reglamento del Distrito de Riego 031 Las Lajas, Nuevo León. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. SEMARNAT. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (1902) Sabinas-Parás, Estado de Nuevo León. Publicada en el DOF el 28 de agosto de 2009. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (1906) Área Metropolitana de Monterrey, Estado de Nuevo León. Publicada en el DOF el 28 de agosto de 2009. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (1907) Campo Buenos Aires, Estado de Nuevo León. Publicada en el DOF el 28 de agosto de 2009. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (1908) Campo Mina, Estado de Nuevo León. Publicada en el DOF el 28 de agosto de 2009. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (1909) Campo Durazno, Estado de Nuevo León. Publicada en el DOF el 28 de agosto de 2009. México, D.F.

- CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (1910) Campo Topochico, Estado de Nuevo León. Publicada en el DOF el 28 de agosto de 2009. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (1911) Cañón del Huajuco, Estado de Nuevo León. Publicada en el DOF el 28 de agosto de 2009. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (1912) Citrícola Norte, Estado de Nuevo León. Publicada en el DOF el 28 de agosto de 2009. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (1914) Citrícola Sur, Estado de Nuevo León. Publicada en el DOF el 28 de agosto de 2009. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (1916) Navidad-Potosí-Raíces, Estado de Nuevo León. Publicada en el DOF el 28 de agosto de 2009. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (1920) Campo Papagayos, Estado de Nuevo León. Publicada en el DOF el 28 de agosto de 2009. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Determinación de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (1924) El Cármen-Salinas-Victoria, Estado de Nuevo León. Publicada en el DOF el 28 de agosto de 2009. México, D.F.
- CONAGUA. 2009. Estadísticas Agrícolas de Unidades de Riego. SEMARNAT. México, D.F.
- CONAGUA. 2011. Estadísticas del Agua en México. SEMARNAT. México, D.F.
- CONAGUA. 2011. Directorio Oficial de Unidades de Riego del Estado de Nuevo León. Organismo de Cuenca Río Bravo, Monterrey, N.L.
- CONAGUA / IMTA. 2007. Plan Director de la Sociedad de Usuarios de Riego del Río Conchos de General Terán y China, S. de R.L. de I.P. de C.V. Nuevo León. México, D.F.
- CONAGUA / IMTA. 2007. Plan Director de la Sociedad de Unidades de Riego del Río Pesquería, S. de R.L. de I.P. de C.V. Nuevo León. México, D.F.
- CONAGUA / UACH. 2007. Plan Director para la Modernización Integral del Distrito de Riego 031 Las Lajas, Nuevo León. México, D.F.

- CONAGUA / UCh. 2008. Plan Director para la Modernización Integral del Distrito de Riego 004 Don Martín, Coahuila y Nuevo León. México, D.F.
- CONAGUA / SAGARPA / CDANL. 2010. Proyecto de Redimensionamiento y Modernización del Distrito de Riego 004 Don Martín. Presentación en Power Point. Monterrey, N.L.
- Chávez D., J. A. y Morales G., V. 2003. Manejo del Agua para Ranchos Ganaderos en Zonas Áridas de Baja California. INIFAP. Ensenada, Baja California.
- FAO / GENL. s/f. Estrategia de Desarrollo para la Región Citrícola del Estado de Nuevo León. FIDECITRUS. Monterrey, N.L.
- Fernández, R. y Oropeza, M. 2000. Trampa de Captación de Agua de Lluvia para Abrevadero. SAGARPA / Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.
- Fundación PRODUCE Nuevo León, A.C. / CDANL. 2005. Programa de Competitividad y Modelo de Negocio en la Cadena Global de Valor del Sector Frutícola de Nuevo León: Cítricos y Nuez. Instituto de Competitividad Sistémica y Desarrollo. Monterrey, N.L.
- Fundación PRODUCE Nuevo León, A.C. / CDANL. 2005. Programa de Competitividad y Modelo de Negocio en la Cadena Global de Valor del Sector Bovino de Nuevo León. Instituto de Competitividad Sistémica y Desarrollo. Monterrey, N.L.
- Fundación PRODUCE Nuevo León, A.C. / CDANL. 2005. Programa de Competitividad y Modelo de Negocio en la Cadena Global de Valor del Sector Porcino de Nuevo León. Instituto de Competitividad Sistémica y Desarrollo. Monterrey, N.L.
- Garza A., M. y Molina V., M. 2008. Manual para la Producción de Tomate en Invernadero en Suelo en el Estado de Nuevo León. GENL / SAGARPA. Monterrey, N.L.
- GENL. 2006. Nuevo León, por un Campo Productivo y de Oportunidades. CDANL. Monterrey, N.L.
- GENL. 2009. Plan de Desarrollo Urbano para la Región Cítrica del Estado de Nuevo León. Monterrey, N.L.
- GENL-CDANL. 2008. Diagnóstico del Sector Agropecuario y Acuícola del Estado de Nuevo León. Monterrey, N.L.

- GENL / Parques y Vida Silvestre de Nuevo León, A.C. 2009. Lista de Plantas y Principios para su Uso en Ornato en el Estado de Nuevo León. Monterrey, N.L.
- GENL / SAGARPA. 2002. Situación de la Citricultura en el Estado de Nuevo León. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica para el Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León. Monterrey, N. L.
- Guajardo Q., R.G. y García L., P. I. 2001. Análisis de la Estructura del Sector Agua en Nuevo León y sus Relaciones Intersectoriales. En: Estudios Económicos, julio-diciembre, Vol. 16, No. 002. El Colegio de México, A.C. México, D.F. pp. 253-270.
- IMTA. 1995. Pronóstico de Riego en Tiempo Real. Proyecto RD-95062. Coordinación de Tecnología de Riego y Drenaje. Jiutepec, Morelos.
- INEGI. 2011. Perspectiva Estadística de Nuevo León. México, D.F.
- Oaxaca, T.J. 1982. La Citricultura en el Estado de Nuevo León. Monterrey, N.L.
- Ortega-Gaucin, D. *et al.* 2008. Análisis y Caracterización de la Sequía Hidrológica en la Cuenca del Río Bravo (Sección Mexicana). En: IV Congreso Internacional del Uso Integral del Agua. IMTA, Jiutepec, Morelos.
- Paz V., J. J. 1981. Agroecosistemas de Cítricos en la Zona Centro de Nuevo León. Monterrey, N.L.
- Rendón P., L. 2008. Los Distritos de Riego: Infraestructura y Funcionamiento. En: XX Congreso Nacional de Hidráulica. Asociación Mexicana de Hidráulica. Toluca, Edo. Méx.
- Rocha-Peña, M.A. y Padrón-Chávez, J.E. (Eds.) 2009. El Cultivo de los Cítricos en el Estado de Nuevo León. Libro Científico No. 1. INIFAP. General Terán, N.L.
- Romero V., M. E. *et al.* 2009. Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero. En: Acta Universitaria, Vol. 19, No. 2. Universidad de Guanajuato. pp. 11-19.
- Rzedowski y Rzedowski. 1989. La Vegetación de México. LIMUSA. México, D.F.
- SADM. 2010. "Agua Potable para Nuevo León". En: Revista Aqua Noticias. Edición Sep.-Oct. Monterrey, N.L. p. 7.
- SAGARPA. 1988. Ley de Distritos de Desarrollo Rural. DOF, 28 de enero de 1988.

- SAGARPA. 2004. Informe de Evaluación Estatal del Programa Fomento Ganadero de Nuevo León. Monterrey, N.L.
- SAGARPA / GENL. 2006. Estudio de Estratificación de Productores de los Distritos de Desarrollo Rural Apodaca y Anáhuac, Nuevo León. Monterrey, N.L.
- SAGARPA / GENL. 2006. Estudio de Estratificación de Productores de los Distritos de Desarrollo Rural Galeana y Montemorelos, Nuevo León. Monterrey, N.L.
- SAGARPA / GENL. 2010. Diagnóstico Sectorial de Nuevo León. Monterrey, N.L.
- SAGARPA / INIFAP. 2010. Guía PROGAN para Cumplir los Compromisos de los Beneficiarios. Nuevo León. Coordinación General de Ganadería. Monterrey, N.L.
- SAGARPA / SFDANL. 1999. Encuesta de Huertas Citrícolas del Estado de Nuevo León. Monterrey, N.L.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del Recurso Agua. DOF, 17 de abril de 2002. México, D.F.
- SEMARNAT. 2007. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los Estudios de Disponibilidad Media Anual de las Aguas Superficiales en las Cuencas Hidrológicas que forman parte de la porción de la Región Hidrológica que comprende el río San Fernando. DOF, 19 de septiembre de 2007. México, D.F.
- SEMARNAT. 2008. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los Estudios de Disponibilidad Media Anual de las Aguas Superficiales en las Cuencas Hidrológicas que forman parte de la Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos. DOF, 28 de septiembre de 2008. México, D.F.
- SEMARNAT. 2009. Acuerdo por el que se da a conocer la Ubicación Geográfica de 371 Acuíferos del Territorio Nacional, se actualiza la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea de 282 Acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la Descripción Geográfica de 202 acuíferos. DOF, 28 de agosto de 2009. México, D.F.
- SEMARNAT. 2010. Acuerdo por el que se actualiza la Disponibilidad Media Anual de las Aguas Superficiales en las Cuencas Hidrológicas que forman parte de la Región Hidrológica número 37 El Salado. DOF, 25 de mayo de 2010. México, D.F.

Sitios de Internet

Comisión Nacional de las Zonas Áridas

<http://www.conaza.gob.mx>

Biblioteca de los Municipios y Delegaciones de México / Estado de Nuevo León

http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_nuevoleon

Gobierno del Estado de Nuevo León / Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRUS)

<http://www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/>

Fundación Produce Nuevo León, A. C.

<http://www.funpronl.org.mx/>

Secretaría de Educación del Estado de Nuevo León / Municipios de Nuevo León

<http://municipiosdenuevoleon.iiiepe.edu.mx/>

Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, I.P.D.

<http://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/>

Corporación para el Desarrollo Agropecuario de Nuevo León (CDANL)

<http://www.nl.gob.mx/?P=desarrolloagropecuario>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

<http://www.inegi.org.mx/>

Instituto Nacional de Ecología (INE)

<http://www.ine.gob.mx/>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

<http://www.inifap.gob.mx/>

Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

<http://smn.cna.gob.mx/>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA)

<http://www.sagarpa.gob.mx/>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

<http://www.conagua.gob.mx/>

Sistema Gerencial de Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego (SISTAG)

<http://edistritos.com/sistag/>

Flora de Nuevo León

<https://sites.google.com/site/floradenuevoleon/start>



El agua es un recurso natural indispensable en todas las actividades humanas, pero cobra relevancia especial en aquellos sectores de la economía que están enfocados a la producción de alimentos, como lo es el sector agropecuario.

En nuestro país existen regiones en donde la naturaleza no ha sido muy pródiga en condiciones favorables para el establecimiento de desarrollos agropecuarios importantes, pues en gran parte del territorio nacional predominan los climas secos y extremosos, tal como sucede en el estado de Nuevo León. Por ello, el sector agropecuario de esta entidad federativa enfrenta de manera permanente la amenaza de la escasez de agua ya que, siendo este sector el principal consumidor del recurso hídrico (aproximadamente el 64% del volumen concesionado se destina a la producción agrícola y pecuaria), el agua disponible de manera segura –volumen concesionado– muchas veces no es suficiente para obtener una producción óptima de los cultivos y tampoco es suficiente para abastecer el abrevadero del ganado. Aún más, la presencia de sequías recurrentes en los últimos años ha puesto de relieve la pertinencia de la agricultura de riego en algunas zonas del estado.

En este contexto, el presente documento es el resultado de un Diagnóstico sobre la Gestión y el Uso del Agua en el Sector Agropecuario de Nuevo León, el cual permite tener un panorama amplio de las distintas problemáticas que aquejan a este sector en relación con el uso y manejo del agua. Este diagnóstico también genera y provee información actualizada que permite sustentar y analizar los problemas referidos a nivel local y estatal, además de constituirse en un instrumento de planeación y de decisión, útil para los funcionarios y demás agentes sociales y económicos involucrados.

Instituto del Agua del Estado de Nuevo León

Ave. Alianza Norte No. 306

Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT)

Km 10 de la autopista al aeropuerto Mariano Escobedo

66600 Apodaca N.L.

Tel: (81) 8196 1100 Fax: (81) 8196 1127

www.ianl.org.mx

ISBN: 978-607-9203-00-9



9 786079 203009