



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN  
INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE GINI EN SEIS DISTRITOS DE RIEGO DE LA  
CUENCA LERMA-CHAPALA, PARA MEDIR LA CONCENTRACIÓN DE TIERRA Y  
PRODUCCIÓN**

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERIA**

**INGENIERÍA DE SISTEMAS-OPCIÓN GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA**

PRESENTA:

**JOANNA ALICIA GUTIÉRREZ PÉREZ**

TUTOR:

**M.S. SERGIO VARGAS VELÁZQUEZ**

FACULTAD DE  
INGENIERIA



U N A M

Septiembre, 2007

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: M.C. Alfonso Oláiz Y Pérez  
Secretario: M.C. Jorge Arturo Hidalgo Toledo  
Vocal: M.S. Sergio Vargas Velázquez  
1<sup>er.</sup> Suplente: M.P. Gustavo Armando Ortiz Rendón  
2<sup>do.</sup> Suplente: M.T.E. Antonio Romero Castro

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

División de Estudio de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, Jiutepec, Morelos.

**TUTOR DE TESIS:**

SERGIO VARGAS VELAZQUEZ

---

**FIRMA**

# DEDICATORIA

---

A las dos personas que me han brindado apoyo y comprensión incondicional, que me han tenido paciencia y me han demostrado su amor:

***Mamá, Ismael...*** significan todo en vida

A mis hermanos ***Jorge, Paty, Beto***

A mi familia, ***Ser, Patita, Servando, Bere, Iván, Feli, Jonathan***

# AGRADECIMIENTOS

---

Al ***M.S. Sergio Vargas***, en verdad gracias infinitas por su invaluable ayuda para llevar a cabo este trabajo.

De manera especial a mis profesores de Maestría, ***M.C. Alfonso Oláiz, M.C. Jorge Hidalgo, Lic. Gustavo Ortíz, Ing. Raúl Magaña, Ing. Saenz, Dr. Gabriel Sánchez, M.C. Antonio Romero, Ing. Marco Toledo, Ing. Mario Buenfil,***

Al personal administrativo de la DEPMI UNAM, Morelos, ***Sra. Marilú, Marilú, Martha.***

Al **CONACYT** por el apoyo económico otorgado durante mis estudios de Maestría.

|   |           |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN .....  | I         |
| <b>CAPÍTULO 1      MARCO GEOGRÁFICO, SOCIOECONÓMICO Y PROBLEMÁTICA<br/>AMBIENTAL DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA.....</b>        | <b>1</b>  |
| 1.1. GEOGRAFÍA Y TERRITORIO .....   | 1         |
| 1.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....  | 2         |
| 1.3. OROGRAFÍA .....  | 3         |
| 1.4. HIDROGRAFÍA .....  | 4         |
| 1.5. COBERTURA VEGETAL .....  | 5         |
| 1.6. POBLACIÓN Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA.....   | 6         |
| 1.7. PROBLEMÁTICA HIDROAMBIENTAL DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA.....  | 10        |
| 1.7.1. El conflicto por el agua .....   | 11        |
| 1.7.2. Desequilibrio entre oferta y demanda del agua.....   | 12        |
| 1.7.2.1. Bajas precipitaciones .....  | 12        |
| 1.7.2.2. Sobreexplotación de acuíferos .....  | 14        |
| 1.7.2.3. Baja eficiencia en el aprovechamiento del agua en el sector agrícola.....  | 15        |
| 1.7.2.4. Baja eficiencia en el uso público urbano. ....   | 16        |
| 1.7.3. Dinámica de degradación ambiental .....  | 17        |
| 1.7.3.1. Calidad del agua .....   | 17        |
| 1.7.3.2. Uso de suelo .....   | 18        |
| 1.7.3.3. Pérdida de biodiversidad .....   | 23        |
| 1.7.4. Pérdida de volumen en el lago de Chapala .....   | 24        |
| <b>CAPÍTULO 2      LA AGRICULTURA EN EL CONTEXTO ECONÓMICO, SOCIAL Y<br/>MEDIOAMBIENTAL EN LA CUENCA LERMA-CHAPALA.....</b> | <b>27</b> |
| 2.1. BREVE RESUMEN DE LA AGRICULTURA DE RIEGO EN MÉXICO.....  | 27        |
| 2.1.1. La situación socioeconómica de la agricultura de riego.....  | 28        |
| 2.1.2. Los Distritos de Riego en México .....   | 32        |
| 2.1.2.1. La transferencia de los Distritos de Riego en México.....  | 33        |
| 2.1.2.2. La política de transferencia de los Distritos de Riego en México. ....   | 36        |
| 2.1.2.3. Los Distritos de Riego y el contexto de la transferencia.....  | 37        |
| 2.2. LA AGRICULTURA DE RIEGO EN LA CUENCA LERMA-CHAPALA .....   | 38        |

|  |            |
|--|------------|
| 2.2.1. La agricultura en el contexto económico, social y medioambiental en la cuenca Lerma-Chapala.....    | 38         |
| 2.2.1. Los Distritos de Riego en la cuenca Lerma-Chapala .....   | 43         |
| <b>CAPÍTULO 3 EL ESTUDIO Y MEDICIÓN DE LA DESIGUALDAD.....</b>   | <b>46</b>  |
| 3.1. ESTUDIO DE LA DESIGUALDAD .....   | 46         |
| 3.1.1. La Desigualdad.....   | 46         |
| 3.1.2. La medición estadística de la desigualdad.....  | 47         |
| 3.2. CURVA DE CONCENTRACIÓN O CURVA DE LORENZ.....   | 49         |
| 3.2.1. Índices de Concentración basados en la Curva de Lorenz.....   | 52         |
| 3.2.1.1. Coeficiente de Gini para medir la concentración.....  | 52         |
| <b>CAPÍTULO 4 APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE GINI EN SEIS DISTRITOS DE RIEGO DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA.....</b> | <b>57</b>  |
| 4.1. ANTECEDENTES .....  | 57         |
| 4.2. CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y PRODUCTIVAS DE LOS AGRICULTORES DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA.....            | 59         |
| 4.2.1. Aspectos sociales de los agricultores.....  | 59         |
| 4.2.2. Aspectos Económicos de los agricultores.....  | 63         |
| 4.2.3. Distribución de la superficie de cultivo y tenencia de la tierra.....                               | 65         |
| 4.2.3.1 Formas de cultivo.....   | 69         |
| 4.2.4. Formas de acceso al agua .....  | 74         |
| 4.3. APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE GINI PARA MEDIR LA CONCENTRACIÓN DE TIERRA Y PRODUCCIÓN .....                | 78         |
| 4.3.1. Concentración de la tierra .....  | 78         |
| 4.3.2. Concentración de la producción .....  | 88         |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>  | <b>98</b>  |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>  | <b>100</b> |

# ÍNDICE DE FIGURAS

---

|                     |  |           |
|---------------------|--|-----------|
| <b>Figura 1.1.</b>  | <i>Esquema general de la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>1</b>  |
| <b>Figura 1.2.</b>  | <i>Distribución por entidad federativa de la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>2</b>  |
| <b>Figura 1.3.</b>  | <i>Sistema hidrológico de la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>3</b>  |
| <b>Figura 1.4.</b>  | <i>Población rural y urbana en la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>8</b>  |
| <b>Figura 1.5.</b>  | <i>Cambio de uso de suelo y vegetación para el período 1976-2000. Cuenca Hidrográfica Lerma-Chapala</i>                              | <b>21</b> |
| <b>Figura 1.6.</b>  | <i>Volúmenes almacenados en el Lago de Chapala al 1º de octubre de cada año</i>  | <b>26</b> |
| <b>Figura 3.1.</b>  | <i>Representación de la Curva de Concentración o Curva de Lorenz</i>   | <b>50</b> |
| <b>Figura 3.2.</b>  | <i>Representación de los casos extremos de la concentración</i>  | <b>50</b> |
| <b>Figura 3.3.</b>  | <i>Representación de la distribución del ingreso por deciles de hogares</i>  | <b>51</b> |
| <b>Figura 3.4.</b>  | <i>Representación geométrica del coeficiente de Gini</i>   | <b>54</b> |
| <b>Figura 4.1.</b>  | <i>Gráfica de la distribución porcentual de los usuarios encuestados según tipo de producción</i>                                    | <b>59</b> |
| <b>Figura 4.2.</b>  | <i>Gráfica de la distribución porcentual de los usuarios encuestados, según rangos de superficie de cultivo</i>                      | <b>65</b> |
| <b>Figura 4.3.</b>  | <i>Gráfica de la distribución porcentual de los usuarios encuestados, según tipo de producción y rangos de superficie de cultivo</i> | <b>67</b> |
| <b>Figura 4.4.</b>  | <i>Gráfica de la distribución porcentual de los usuarios encuestados, según tipo de producción y rangos de superficie de cultivo</i> | <b>70</b> |
| <b>Figura 4.5.</b>  | <i>Gráfica de la distribución porcentual de superficie de cultivo (has), según la forma de cultivo</i>                               | <b>71</b> |
| <b>Figura 4.6.</b>  | <i>Gráfica de la distribución porcentual de los usuarios encuestados, por forma de cultivo y por DR</i>                              | <b>72</b> |
| <b>Figura 4.7.</b>  | <i>Gráfica de la distribución porcentual de superficie de cultivo (has), según el tipo de productor y la forma de cultivo</i>        | <b>73</b> |
| <b>Figura 4.8.</b>  | <i>Gráfica de la distribución porcentual de superficie de cultivo por rangos de hectáreas y por forma de cultivo</i>                 | <b>74</b> |
| <b>Figura 4.9.</b>  | <i>Gráfica de la distribución porcentual de las formas de acceso al riego</i>  | <b>76</b> |
| <b>Figura 4.10.</b> | <i>Gráfica de la distribución porcentual de las formas de acceso al riego por DR</i>   | <b>76</b> |
| <b>Figura 4.11.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo en los seis DR y UR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala</i>            | <b>80</b> |
| <b>Figura 4.12.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo de los seis DR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala</i>                 | <b>81</b> |
| <b>Figura 4.13.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo del DR 011 en la cuenca Lerma-Chapala</i>                                 | <b>82</b> |
| <b>Figura 4.14.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo del DR 013 en la cuenca Lerma-Chapala</i>                                 | <b>83</b> |
| <b>Figura 4.15.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo del DR 024 en la cuenca Lerma-Chapala</i>                                 | <b>84</b> |
| <b>Figura 4.16.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo del DR 061 en la cuenca Lerma-Chapala</i>                                 | <b>85</b> |

|                     |   |           |
|---------------------|---|-----------|
| <b>Figura 4.17.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo del DR 085 en la cuenca Lerma-Chapala</i>              | <b>86</b> |
| <b>Figura 4.18.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo del DR 087 en la cuenca Lerma-Chapala</i>              | <b>87</b> |
| <b>Figura 4.19.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la producción de sorgo en seis DR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala</i>    | <b>92</b> |
| <b>Figura 4.20.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la producción de maíz en seis DR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala</i>     | <b>93</b> |
| <b>Figura 4.21.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la producción de alfalfa en seis DR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>94</b> |
| <b>Figura 4.22.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la producción de cebada en seis DR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>95</b> |
| <b>Figura 4.23.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la producción de garbanzo en seis DR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala</i> | <b>96</b> |
| <b>Figura 4.24.</b> | <i>Gráfica de la concentración de la producción de frijol en seis DR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>97</b> |



# ÍNDICE DE TABLAS

---

|                     |   |           |
|---------------------|---|-----------|
| <b>Cuadro 1.1.</b>  | <i>Tipos climáticos en la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>3</b>  |
| <b>Cuadro 1.2.</b>  | <i>Tipos de vegetación y uso de suelo en la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>6</b>  |
| <b>Cuadro 1.3.</b>  | <i>Síntesis de la población en la cuenca Lerma-Chapala (año 2000)</i>   | <b>7</b>  |
| <b>Cuadro 1.4.</b>  | <i>Comparativo de algunos aspectos de la población de la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>8</b>  |
| <b>Cuadro 1.5.</b>  | <i>Población Económicamente Activa (PEA) por ramas de actividad</i>   | <b>8</b>  |
| <b>Cuadro 1.6.</b>  | <i>Comparativo de algunos aspectos hidrológicos relacionados con la población de la cuenca Lerma-Chapala</i>                | <b>10</b> |
| <b>Cuadro 1.7.</b>  | <i>Comparativo de algunos aspectos de la población de la cuenca Lerma-Chapala, en relación a la disponibilidad del agua</i> | <b>10</b> |
| <b>Cuadro 1.8.</b>  | <i>Balance de aguas superficiales en la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>14</b> |
| <b>Cuadro 1.9.</b>  | <i>Balance de aguas subterráneas en la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>14</b> |
| <b>Cuadro 1.10</b>  | <i>Balance Hidráulico Global en la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>15</b> |
| <b>Cuadro 1.11</b>  | <i>Porcentajes de agua no contabilizada, principales núcleos urbanos en la región, 1998</i>                                 | <b>16</b> |
| <b>Cuadro 1.12.</b> | <i>Cambios en el uso de suelo en la cuenca Lerma-Chapala para el período 1976-2000</i>                                      | <b>20</b> |
| <b>Cuadro 2.1.</b>  | <i>Distritos de Riego que no han sido totalmente transferidos</i>   | <b>35</b> |
| <b>Cuadro 2.2.</b>  | <i>Infraestructura de Riego en la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>40</b> |
| <b>Cuadro 2.3.</b>  | <i>Usos del agua en la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>41</b> |
| <b>Cuadro 2.4.</b>  | <i>Distritos y Unidades de Riego en México y en la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>44</b> |
| <b>Cuadro 2.5.</b>  | <i>Distritos de Riego localizados en la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>44</b> |
| <b>Cuadro 2.6.</b>  | <i>Distritos de Riego transferidos en la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>45</b> |
| <b>Cuadro 3.1.</b>  | <i>Información necesaria para el cálculo del Coeficiente de Gini</i>  | <b>56</b> |
| <b>Cuadro 4.1.</b>  | <i>DR, UR y Módulos encuestados en la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>57</b> |
| <b>Cuadro 4.2.</b>  | <i>Distribución de las encuestas aplicadas en la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>58</b> |
| <b>Cuadro 4.3.</b>  | <i>Distribución del número de encuestados por DR en la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>58</b> |
| <b>Cuadro 4.4.</b>  | <i>Distribución de los usuarios encuestados según tipo de productor</i>   | <b>59</b> |
| <b>Cuadro 4.5.</b>  | <i>Características del jefe de familia encuestado</i>   | <b>60</b> |
| <b>Cuadro 4.6.</b>  | <i>Nivel de escolaridad del jefe de familia encuestado</i>  | <b>60</b> |
| <b>Cuadro 4.7.</b>  | <i>Características del jefe de familia encuestado, según la tenencia de la tierra</i>                                       | <b>61</b> |
| <b>Cuadro 4.8.</b>  | <i>Distribución de los jefes de familia que no son responsables de los cultivos, según tipo de productor</i>                | <b>62</b> |

|                     |   |           |
|---------------------|---|-----------|
| <b>Cuadro 4.9.</b>  | <i>Distribución porcentual del número de personas que viven en casa del jefe de familia, por DR</i>   | <b>62</b> |
| <b>Cuadro 4.10.</b> | <i>Distribución porcentual del número de personas dependientes económicamente del jefe de familia, (jefe incluido), por DR</i>                                      | <b>62</b> |
| <b>Cuadro 4.11.</b> | <i>Distribución porcentual del número de familiares dependientes por grupo de edad y Dr en la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>63</b> |
| <b>Cuadro 4.12.</b> | <i>Distribución porcentual del número personas que aportan ingresos a la familia por DR en la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>63</b> |
| <b>Cuadro 4.13.</b> | <i>Distribución porcentual de las fuentes de ingreso por cada DR en la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>64</b> |
| <b>Cuadro 4.14.</b> | <i>Distribución de los usuarios encuestados en los seis DR de la cuenca Lerma-Chapala, por tipo productor (tenencia de la tierra) y rangos de superficie</i>        | <b>65</b> |
| <b>Cuadro 4.15.</b> | <i>Distribución de los usuarios encuestados, por tipo de productor (tenencia de la tierra) y rangos de superficie</i>   | <b>67</b> |
| <b>Cuadro 4.16.</b> | <i>Distribución de la superficie de cultivo por número de usuarios encuestados y por DR</i>   | <b>68</b> |
| <b>Cuadro 4.17.</b> | <i>Distribución de la superficie de cultivo por número de usuarios y por los seis DR encuestados</i>  | <b>68</b> |
| <b>Cuadro 4.18.</b> | <i>Distribución porcentual de los usuarios encuestados, por tipo de productor y DR</i>  | <b>70</b> |
| <b>Cuadro 4.19.</b> | <i>Distribución de los usuarios encuestados por tipo de productor y forma de cultivo, (en proporción al total de has)</i>   | <b>71</b> |
| <b>Cuadro 4.20.</b> | <i>Distribución de las hectáreas de los usuarios encuestados, según forma de cultivo y por DR</i>   | <b>72</b> |
| <b>Cuadro 4.21.</b> | <i>Distribución de las hectáreas de los usuarios encuestados por tipo de productor y forma de cultivo, (en proporción al total de has de cada forma de cultivo)</i> | <b>73</b> |
| <b>Cuadro 4.22.</b> | <i>Distribución de la superficie de cultivo por rangos y por tipo de cultivo (en proporción al total de has por tipo de cultivo)</i>                                | <b>74</b> |
| <b>Cuadro 4.23.</b> | <i>Distribución de la superficie según el acceso al riego</i>   | <b>75</b> |
| <b>Cuadro 4.24.</b> | <i>Distribución porcentual de las formas de acceso al riego por DR</i>  | <b>77</b> |
| <b>Cuadro 4.25.</b> | <i>Volumen de agua distribuido por DR</i>   | <b>77</b> |
| <b>Cuadro 4.26.</b> | <i>Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo de los seis DR y UR de la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>80</b> |
| <b>Cuadro 4.27.</b> | <i>Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo de los seis DR de la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>81</b> |
| <b>Cuadro 4.28.</b> | <i>Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo del DR 011 “Alto Río Lerma” en la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>82</b> |

|                     |   |           |
|---------------------|---|-----------|
| <b>Cuadro 4.29.</b> | <i>Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo del DR 013 “Estado de Jalisco” en la cuenca Lerma-Chapala</i>   | <b>83</b> |
| <b>Cuadro 4.30.</b> | <i>Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo del DR 024 “Ciénega de Chapala” en la cuenca Lerma-Chapala</i>  | <b>84</b> |
| <b>Cuadro 4.31.</b> | <i>Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo del DR 061 “Zamora” en la cuenca Lerma-Chapala</i>              | <b>85</b> |
| <b>Cuadro 4.32.</b> | <i>Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo del DR 085 “La Begoña” en la cuenca Lerma-Chapala</i>           | <b>86</b> |
| <b>Cuadro 4.33.</b> | <i>Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo del DR 087 “El Rosario Mezquite” en la cuenca Lerma-Chapala</i> | <b>87</b> |
| <b>Cuadro 4.34.</b> | <i>Superficie sembrada por cultivo en los últimos ciclos de otoño-invierno y primavera-verano por DR</i>                          | <b>89</b> |
| <b>Cuadro 4.35.</b> | <i>Resumen de la superficie sembrada por cultivo, en los últimos ciclos de otoño-invierno y primavera-verano, por DR</i>          | <b>91</b> |
| <b>Cuadro 4.36.</b> | <i>Índice de Gini de la producción de sorgo en seis DR encuestados</i>  | <b>92</b> |
| <b>Cuadro 4.37.</b> | <i>Índice de Gini de la producción de maíz en seis DR encuestados</i>   | <b>93</b> |
| <b>Cuadro 4.38.</b> | <i>Índice de Gini de la producción de alfalfa en seis DR encuestados</i>  | <b>94</b> |
| <b>Cuadro 4.39</b>  | <i>Índice de Gini de la producción de cebada en seis DR encuestados</i>   | <b>95</b> |
| <b>Cuadro 4.40</b>  | <i>Índice de Gini de la producción de garbanzo en seis DR encuestados</i>   | <b>96</b> |
| <b>Cuadro 4.41.</b> | <i>Índice de Gini de la producción de frijol en seis DR encuestados</i>   | <b>97</b> |

# RESUMEN

---

Uno de los indicadores sintéticos más utilizados para el análisis estadístico de la desigualdad es el denominado índice de Gini, debido, entre otros motivos, a su facilidad de cálculo y de interpretación, normalmente se utiliza para medir la desigualdad en los ingresos, pero puede utilizarse para medir cualquier forma de distribución desigual de variables que significan un recurso que se distribuye entre unos elementos (renta, producción, tierra, etc.)

El propósito principal de este trabajo es mostrar una aplicación más de este índice en una región de gran importancia económica y social en México como lo es la cuenca Lerma Chapala. Se examinan algunas de las propiedades de dicho índice, así como su aplicación para el caso particular de estudio de una muestra de agricultores encuestados de seis Distritos de Riego de la cuenca Lerma-Chapala; específicamente para medir la concentración de superficie de cultivo y la producción de ciertos cultivos como sorgo, maíz, alfalfa, cebada, garbanzo, frijol y trigo. Así mismo, se describen los principales aspectos geográficos, socioeconómicos, la problemática ambiental de la cuenca, el contexto en el que se desarrolla la agricultura de riego y las principales características sociodemográficas de los usuarios de riego. Los resultados obtenidos, muestran que existe una distribución desigual de la superficie de cultivo, así como de la producción de cada cultivo.

# INTRODUCCIÓN

---

## JUSTIFICACIÓN Y PROBLEMÁTICA

La cuenca Lerma-Chapala ha sido testigo de intensas transformaciones dirigidas por una política y un desarrollo económico que fomentó la migración, el desarrollo de Distritos de Riego donde dominan cultivos comerciales de exportación y, la constitución de un eje industrial que vincula a sus poblaciones a lo largo del río, uniendo en sus extremos a los polos industriales más importantes en el desarrollo industrial del país: la ciudad de México y la ciudad de Guadalajara. Este tipo de desarrollo, sustentado en políticas públicas que fomentan el uso intensivo de los recursos naturales, originando a su vez un fuerte deterioro ambiental.

La importancia socio-económica de la cuenca Lerma-Chapala adquiere proporciones mayores cuando se le analiza desde el punto de vista de su área de influencia, donde residen casi el 38% de la población del País. Esta población se encuentra repartida a través de seis estados del país: Distrito Federal, Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Michoacán y Querétaro, asentada básicamente en zonas urbanas.

En cuanto al desarrollo económico, existen grandes diferencias en la economía de los municipios integrantes de la Cuenca y su área de influencia, existen municipios cuya actividad económica es muy importante no sólo a nivel regional sino nacional, así como, hay municipios cuyo valor de la producción no es significativo si se analiza de manera aislada. El valor de la producción se encuentra muy concentrado en pocos municipios, gracias a que las empresas obtienen ventajas de localizarse en conglomerados industriales o zonas de alta concentración poblacional. El desarrollo económico de la cuenca Lerma-Chapala ha sido parte de un proceso que no incluye exclusivamente factores asentados dentro de su territorio físico, dado que las jurisdicciones político-administrativas no coinciden con los límites territoriales de la cuenca. Por ello, al revisar los patrones de desarrollo industrial y comercial dentro de la cuenca se encuentra que esta zona es sólo una fracción de un sistema aún más extenso, en particular mantiene una conexión importante

con dos de las metrópolis más pobladas y con mayor importancia económica del País, DF y Guadalajara. Las necesidades y actividades de estas metrópolis han marcado durante mucho tiempo la dinámica económica de las principales ciudades y empresas ubicadas al interior de la cuenca, pero esta influencia ha trascendido al resto de la sociedad marcando otros patrones de comportamiento y crecimiento de los asentamientos humanos y del desarrollo de vías de comunicación.

Dada la importancia de la agricultura en la cuenca, se considera relevante conocer las formas de relación entre los productores, sus familias y los recursos productivos, como la tierra para cultivo y la producción que se genera según el cultivo.

La razón por la cual se elige el Índice de Gini para aplicarlo en este trabajo, se debe a que es uno de los más utilizados para el análisis de la desigualdad, además de que es fácil de calcular y de interpretar y, a pesar de que se han propuesto diversos indicadores para el estudio de la desigualdad, parece existir consenso en el hecho de que es el indicador de mayor aceptación en los trabajos empíricos.

La organización de la información para el cálculo del índice, se hizo de acuerdo a la metodología que establece el mismo, por lo que se extrajeron de la base de datos, de los resultados de las encuestas realizadas para el proyecto “*Evaluación social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala*”, realizado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), las frecuencias de agricultores, las superficies de cultivo y las hectáreas por cultivo seleccionado; así como también, los datos para la elaboración de la información para la elaboración de los cuadros y gráficas de las características sociodemográficas de los agricultores de riego.

## **OBJETIVO**

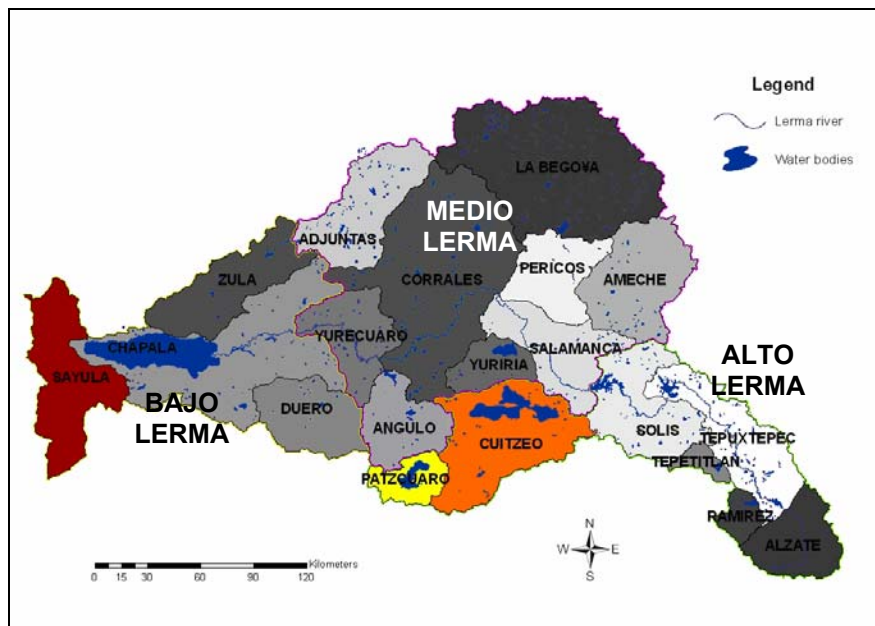
Lo que se pretende de esta tesis es hacer un ejercicio de aplicación en seis Distritos de Riego de la cuenca Lerma-Chapala, para medir la concentración del recurso tierra y la producción de siete de los cultivos importantes en la cuenca, utilizando la información derivada de la aplicación de unas encuestas realizadas , por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

## ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

La estructura de la presente tesis, consta de cuatro capítulos. En el **Capítulo 1** se describe el área de estudio, que es la cuenca Lerma-Chapala, desde su marco geográfico y social, así como la problemática ambiental que prevalece en ella; lo anterior, para tener una visión de la región que se va a estudiar que permita entender el porque de los resultados Dentro del **Capítulo 2** se da un resumen del desarrollo que ha tenido la agricultura de riego en México, así como de los Distritos de Riego; también se presentan los principales aspectos de la agricultura de riego en el contexto económico, social y medioambiental de la cuenca Lerma-Chapala. El **Capítulo 3** muestra la base teórica y metodológica que sustenta el título de este trabajo, ya que introduce al tema de la desigualdad, a su medición mediante el Índice de Gini y su representación por medio de la Curva de Lorenz. Finalmente, en el **Capítulo 4**, se desarrolla la aplicación del Índice de Gini para medir la concentración de la superficie de cultivo y la producción de seis cultivos importantes en la región, en los seis Distritos de Riego en estudio (Alto Río Lerma, Estado de Jalisco, Ciénega de Chapala, Zamora, La Begoña y El Rosario Mezquite). También, se muestran las características sociodemográficas de los agricultores de dichos distritos y se explica el origen de la información utilizada para tal efecto.

### 1.1. GEOGRAFÍA Y TERRITORIO

La cuenca Lerma-Chapala comprende una extensión territorial de 58,335 km<sup>2</sup>, pertenece a la Región Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico y se divide en tres subregiones de planeación: Alto Lerma, Medio Lerma y Bajo Lerma; estas a su vez se integran por 20 subcuencas hidrológicas, incluyendo tres cuencas cerradas que normalmente no contribuyen al escurrimiento superficial del cauce principal (Hernández, 2002) **(Figura 1.1.)**. Excluyendo las cuencas cerradas de Michoacán, y la región de Sayula, tiene una extensión de 53,667 km<sup>2</sup> (Güitrón, 2003).



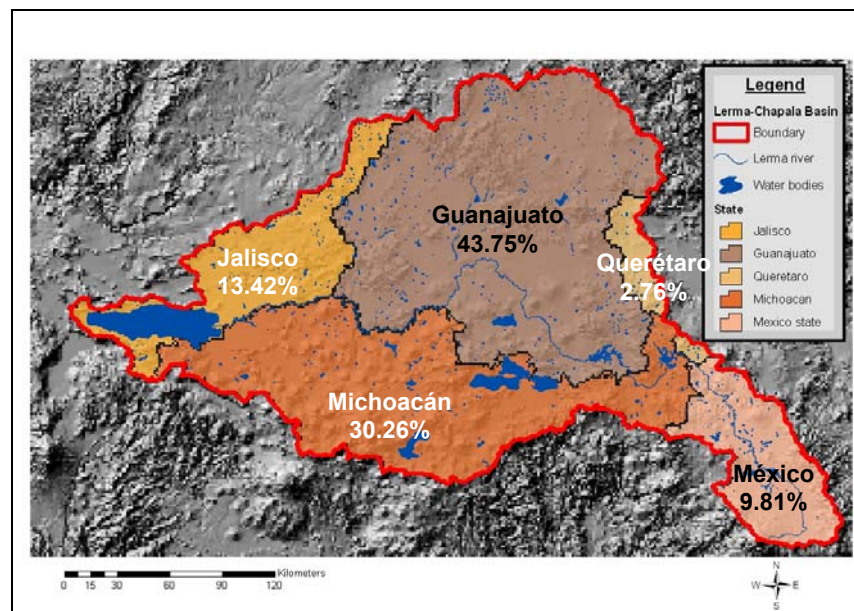
**Figura 1.1.** Esquema general de la cuenca Lerma-Chapala

La cuenca Lerma-Chapala se ubica en la porción centro occidental de México y comprende al norte, las sierras de Pénjamo, Guanajuato y Sierra Gorda; en su parte central a la planicie de Chapala, El Bajío Guanajuatense y la Sierra de San Andrés; al sur se encuentra la Sierra de Amealco y la región de los lagos de Pátzcuaro, Yuriria y Cuitzeo; al sureste la Sierra de las



Cruces y una porción de la región del Nevado de Toluca. (INE, 2003). Está integrada por los estados de Guanajuato (43.75%); Michoacán (30.26%); Jalisco (13.42%); Estado de México (9.81%) y Querétaro (2.76%) (INE, 2003).

La cuenca incluye 159 municipios más la zona Metropolitana de Guadalajara y la ciudad de México. La superficie de la cuenca principal o interconectada es de 48,896 km<sup>2</sup> (Cüitrón, 2003), esto es, sin considerar las cuencas cerradas de Pátzcuaro, Cuitzeo y Sayula. (**Figura 1.2**).



**Figura 1.2.** Distribución por entidad federativa de la cuenca Lerma-Chapala

Su ubicación geográfica está definida por los paralelos 19° 05' y 21° 32' de latitud norte y por los meridianos 99° 22' y 103° 31' de longitud oeste, aproximadamente. La máxima altitud se encuentra en el volcán Nevado de Toluca, con 4 690 m. snm y la mínima altura absoluta en superficie emergida, es de 1 600 m. snm y se localiza en los alrededores del Lago de Chapala (INE, 2003)

## 1.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

El clima de la Cuenca en su mayor parte es semicálido. Las partes central y sur gozan de un clima semicálido subhúmedo que en las sierras se torna templado húmedo, semifrío subhúmedo e inclusive muy frío. Las lluvias en general se presentan en verano y parte del

otoño, y la temperatura media anual oscila entre los 2-24 °C. En la Cuenca Lerma Chapala, se presentan básicamente ocho tipos de clima (**Cuadro 1.1**).

**Cuadro 1.1.** *Tipos climáticos en la Cuenca Lerma-Chapala*

| Tipos climáticos   | Localización   | Oscilación térmica (°C) | Intervalo de precipitación anual (mm) |
|--|--|-------------------------|---------------------------------------|
| 1. Clima Frío de Montaña típico  | Estación Nevado de Toluca  | 2 a 5 grados            | 10 a 230                              |
| 2. Clima Frío de Montaña con helada temporal en el invierno                | Inmediaciones del Nevado de Toluca                                   | n.d.                    | n.d.                                  |
| 3. Templado húmedo con verano fresco y lluvias en invierno                 | Estación Romita Guanajuato   | 10 a 20 grados          | 5 a 185                               |
| 4. Templado semifrío húmedo con verano fresco y lluvias en invierno        | Estación San Bernabé Temoaya, Estado de México                       | 8 a 15 grados           | 10 a 175                              |
| 5. Templado semicálido subhúmedo con lluvias en verano y baja humedad      | Estación El Salto, La Piedad, Mich. (lado este del Lago de Chapala)  | 15 a 24 grados          | 5 a 230                               |
| 6. Templado semicálido subhúmedo con lluvias en verano medianamente húmedo | Estación Tizapan el Alto, Jalisco (periferia del Lago de Chapala)    | 15 a 22 grados          | 5 a 190                               |
| 7. Árido seco con lluvias en verano  | Estación Presa La Purísima   | 14 a 21 grados          | 10 a 130                              |
| 8. Árido muy seco con lluvias en verano                                    | Valle de Santiago, Gto. Estación Soledad Nueva Dolores Hidalgo, Gto. | 12 a 18 grados          | 8 a 80                                |

*Fuente:* Estudio, análisis y propuestas para el fortalecimiento de los programas municipales de saneamiento ambiental existentes en la Cuenca Lerma Chapala (INE, 2004)

### 1.3. OROGRAFÍA

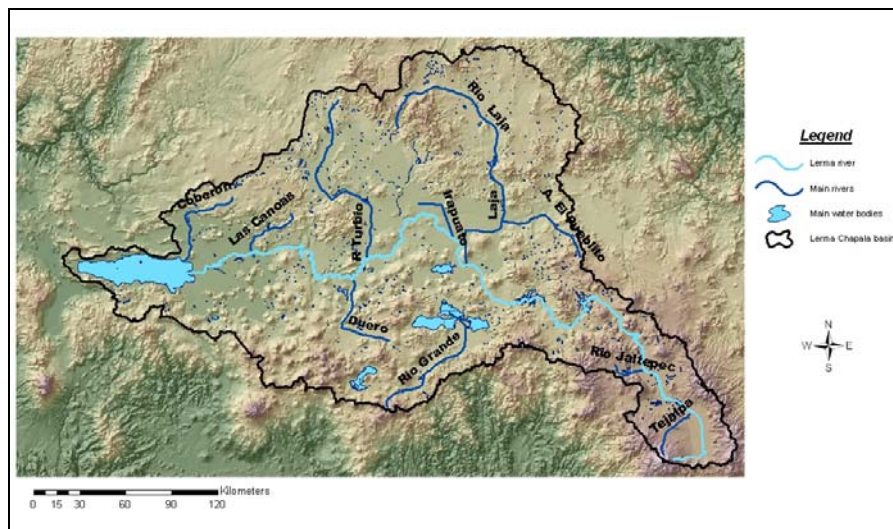
La Cuenca Lerma Chapala se encuentra en la provincia fisiográfica de los Ejes Neovolcánico y Volcánico Transversal, cinturones montañosos que cruzan el centro del país y en donde se encuentran la mayor parte de los lagos naturales de México. Se tienen las siguientes formaciones: el Nevado de Toluca, la sierra de San Andrés, la sierra de Monte Bajo, Sierra Gorda, la sierra de Amealco, los lomeríos de Guanajuato y la sierra de Pénjamo. En Jalisco están los lomeríos de Ocotlán y Jamay, interrumpiendo estas formaciones se encuentran la Ciénega de

Chapala en la región de la Barca, el Valle de Sahuayo, que forma la parte occidental de la Ciénega, las sierras y valles de la ribera sur, comprendiendo las serranías de Tizapán y de Mazamitla y hacia el suroeste la depresión del Sistema de Sayula - San Marcos. Esta

provincia posee suelos de tipo residual y transportados, predominan los suelos de tipo Vertisol, Feozem, Androsol y Luvisol en menor proporción y una pequeña fracción de Planosol.

#### 1.4. HIDROGRAFÍA

El sistema hidrográfico de la cuenca está constituido principalmente por el río Lerma, colector principal de 705 km, aproximadamente, de desarrollo, con origen en la laguna de Almoloya, al sureste de la ciudad de Toluca, Estado de México. En su recorrido se integran como tributarios principales los ríos La Gavia, Jaltepec, La Laja, Silao, Guanajuato, Turbio, Angulo y Duero, hasta descargar al Lago de Chapala, en donde también descargan los ríos La Pasión y Zula (CONAGUA, 2002). **(Figura 1.3.)**



**Figura 1.3.** Sistema hidrológico de la cuenca Lerma-Chapala

El lago de Chapala es el vaso receptor natural interior de mayor extensión en el país y el tercero en Latinoamérica. Tiene una longitud y ancho máximos de 77 km y 23 km respectivamente. Con una capacidad de almacenamiento de 8,126 hm<sup>3</sup> (CONAGUA, 2004) y forma un espejo de agua de alrededor de 111,000 ha. Su profundidad media es de 7.2 m y la máxima de 16 m (Hernández, 2002). Su capacidad de almacenamiento varía entre 7,962 hm<sup>3</sup> y 4,667 millones de m<sup>3</sup> y 1,576 hm<sup>3</sup> en época de sequía, según datos de la

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a principios del 2004 se encontraba al 14% de su capacidad.

Se ubica al oriente de Jalisco y al noroeste de Michoacán a una altitud de 1,524 msnm y su importancia radica en las actividades económicas, sociales y turísticas que se desarrollan en la región. El Lago de Chapala presenta graves problemas de escasez y contaminación del recurso hídrico como en otras regiones de México, debido entre otros factores, a la significativa deforestación y al ineficiente uso del agua.

El Instituto Nacional de Ecología (INE) clasifica a la Cuenca Lerma Chapala en tres zonas hidrológico funcionales que se describen a continuación:

- 1. Cabecera:** Ubicada en la parte alta de cada subcuenca, desde el parteaguas principal hasta la intersección de las corrientes de primer orden. En esta zona nacen las corrientes hidrológicas y, por su función (principalmente de captación) es la zona de mayor fragilidad por lo que deben estar sujetas a protección y/o restauración.
- 2. Captación-transporte:** Esta es la zona más extensa, por definición es el área restante e intermedia que queda luego de la delimitación de la zona de cabecera y de emisión. Es la porción de la cuenca que en principio se encarga de captar la mayor parte del agua que entra al sistema, así como de transportar el agua proveniente de la zona de cabecera.
- 3. Emisión:** Ésta se ubica en la parte baja de la cuenca Lerma-Chapala; es la zona de recepción de las aguas de las dos zonas más altas (cabecera y captación-transporte), por lo que también es la más caudalosa y con menor energía del relieve.

## 1.5. COBERTURA VEGETAL

La cobertura vegetal y el uso de suelo que caracterizan la cuenca Lerma-Chapala son muy diversos (**Cuadro 1.2**). En términos de cobertura vegetal se reconocen bosques de coníferas, mesófilo de montaña, matorral de tipo xerófilo, vegetación hidrófila, selvas caducifolias y subcaducifolias, así como una amplia variedad y extensión de cultivos agrícolas, asentamientos humanos e importantes cuerpos de agua. Esta variedad en la

cobertura vegetal y el uso de suelo corresponde a una alta heterogeneidad del territorio en términos del relieve, suelo y clima (Priego et al., 2004).

**Cuadro 1.2.** *Tipos de vegetación y uso de suelo en la Cuenca Lerma-Chapala*

| Tipo de vegetación                | Proporción |
|-----------------------------------|------------|
| Bosques                           | 12.70%     |
| Cultivos                          | 53.03%     |
| Matorrales                        | 2.44%      |
| Otras coberturas                  | 4.83%      |
| Otros tipos de vegetación         | 0.10%      |
| Pastizales inducidos y cultivados | 11.62%     |
| Pastizales naturales              | 5.22%      |
| Selvas                            | 9.76%      |
| Vegetación hidrófila              | 0.31%      |

**Fuente:** Estudio, análisis y propuestas para el fortalecimiento de los programas municipales de saneamiento ambiental existentes en la Cuenca Lerma Chapala (INE, 2004)

## 1.6. POBLACIÓN Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA

La cuenca Lerma-Chapala es una de las más importantes del país. En ella se genera poco más de la tercera parte de la producción industrial nacional, con más de 6,400 industrias diversas. Tiene un papel primordial en el sector agrícola, ya que en ella se ubican una de cada ocho hectáreas dedicadas a la agricultura de temporal; además de que el 20% del comercio nacional se concentra en esa región (Hernández, 2002).

El territorio de la cuenca representa cerca del 3% del territorio nacional, en ella se asienta uno de cada diez mexicanos y su población asciende a 11 millones de habitantes. El marcado proceso de urbanización que aún continúa, llegó a tal grado que hacia el año 2000 el 50% de su población se concentraba en 27 ciudades de más de 50 mil habitantes (**Cuadro 1.3**). Las tendencias demográficas naturales de la cuenca han sido similares al promedio nacional. Su densidad de población (190 hab/km<sup>2</sup>) es casi cuatro veces superior a la media nacional (SEMARNAT, 2001).

La cuenca sirve tanto a la población asentada dentro de su definición geofísica como a poblaciones vecinas, principalmente a la ciudad de México (extracción del acuífero del Valle de Toluca) y la zona Metropolitana de Guadalajara (extracción directa del lago de Chapala). Además importa agua de cuencas contiguas, principalmente la del río Balsas para la ciudad de Toluca. Con ello, la población directamente asentada en la cuenca en el año 2000 fue de 11 millones, según datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO) y la población a servir fue de 16 millones de habitantes

A pesar de ser un sistema urbano, la cuenca presenta un nivel de ruralidad superior a la media nacional y una alta dispersión de la población rural (**Cuadro 1.4** y **Figura 1.4**). A la vez que constituye un sistema de 34 ciudades con más de 20 mil habitantes (que en conjunto representan poco menos del 70% de La población total), contiene más de 6 mil núcleos de población con menos de 2,500 habitantes (Güitrón, 2003).

Con una tasa de crecimiento demográfico neta ligeramente inferior a la nacional, a causa de la intensa y continua migración hacia los Estados Unidos de Norteamérica, para el año 2030 la cuenca contará con más de 15 millones de habitantes, y una densidad demográfica de 257 hab/km<sup>2</sup>, según información del CONAPO.

**Cuadro 1.3. Síntesis de la población en la cuenca Lerma-Chapala (año 2000)**

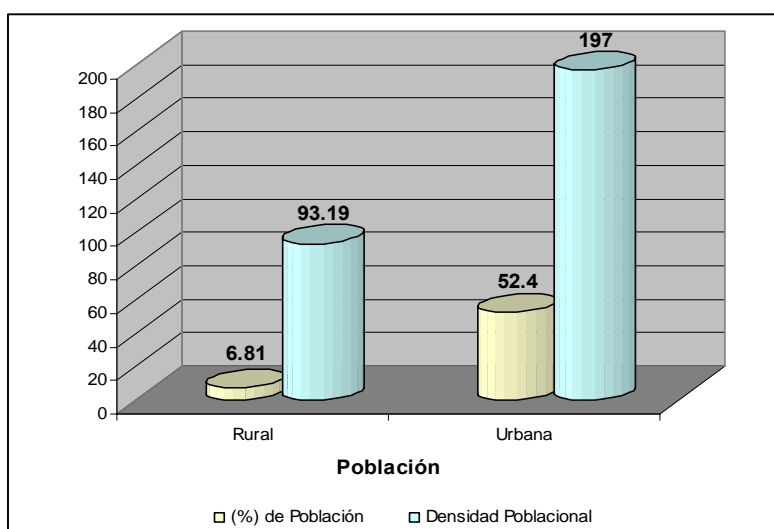
| Aspectos de Población  | Nacional    | Cuenca Lerma-Chapala |
|--|-------------|----------------------|
| Población  | 100,569,263 | 11 millones          |
| Densidad Poblacional (hab/km <sup>2</sup> )                  | 47          | 190                  |
| Porcentaje que representa del total de la población nacional |             | 10.9%                |
| Ciudades de más de 50 mil habitantes                         |             | 27                   |
| Ciudades con más de 20 mil habitantes                        |             | 34                   |
| Núcleos con menos de 2,500 habitantes                        |             | 6 mil                |

*Fuente:* Elaboración con datos de INEGI, CONAPO y SEMARNAT

**Cuadro 1.4.** Comparativo de algunos aspectos de la población de la cuenca Lerma-Chapala

|  | Extensión Territorial (km <sup>2</sup> ) | (%) Respecto al País | Población al 2005 (miles) | (%) Respecto al País | Densidad de Población (hab/km <sup>2</sup> ) | PIB (contribución) (%) |
|--|--|----------------------|---------------------------|----------------------|--|------------------------|
| República Mexicana   | 1,964,375                                |                      | 103,263.40                |                      | 53   |                        |
| Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma Santiago-Pacífico | 190,745.00                               | 9.7                  | 20,650.00                 | 20.0                 | 108  | 16.2                   |
| Cuenca Lerma-Chapala   | 53,667                                   | 2.7                  | 10,727.18                 | 10.4                 | 200  | 20                     |

*Fuente:* Elaboración propia basado en datos del INEGI, Estadísticas del Agua en México 2005



**Figura 1.4.** Población rural y urbana en la cuenca Lerma-Chapala

*Fuente:* “Estudio, análisis y propuestas para el fortalecimiento de los programas municipales de saneamiento ambiental existentes en la Cuenca Lerma Chapala” (INE, 2004)

En la zona se presentarse problemas de migración, tanto hacia ciudades norteamericanas, como hacia los centros urbanos de la misma cuenca. Lo anterior afianza los problemas de prestación de servicios públicos y de deterioro ambiental, y al mismo tiempo que comienza a cambiar organización económica de la región dado que cada vez menos personas se dedican a las actividades agrícolas (INE, 2004).

**Cuadro 1.5.** Población Económicamente Activa (PEA) por ramas de actividad

| Región | PEA      | Datos del año 2000 |       |
|--------|----------|--------------------|-------|
| Cuenca | Sector   | Total              | (%)   |
|        | Primario | 575,089            | 13.63 |



|               |            |           |       |
|---------------|------------|-----------|-------|
|               | Secundario | 1,445,356 | 34.25 |
|               | Terciario  | 2,200,001 | 52.13 |
|               | Total      | 4,220,446 |       |
| <b>Rural</b>  | Primario   | 88,306    | 36.41 |
|               | Secundario | 71,509    | 29.48 |
|               | Terciario  | 82,743    | 34.11 |
|               | Total      | 242,558   |       |
| <b>Urbano</b> | Primario   | 486,783   | 12.24 |
|               | Secundario | 1,373,847 | 34.54 |
|               | Terciario  | 2,117,258 | 53.23 |
|               | Total      | 3,977,888 |       |

**Fuente:** “Estudio, análisis y propuestas para el fortalecimiento de los programas municipales de saneamiento ambiental existentes en la Cuenca Lerma Chapala” (INE, 2004)

Como puede observarse en el **Cuadro 1.5**, la preferencia económica de la región se encuentra principalmente del lado de los servicios. Sin embargo, en las zonas rurales, como era de esperarse, la actividad económica se concentra en los procesos agrícolas aunque en porcentajes relativamente bajos.

Esta forma en que se presentan los procesos productivos en la región, nos indica que la explotación económica de la Cuenca se concentra más en los servicios y menos en las actividades manufactureras, agrícolas y de pesca.

En 1990 el 49% de la población de la cuenca se encontraba en un nivel socioeconómico bajo, el 38.7% en un nivel medio y sólo el 19.7% en un nivel alto, pero el grado de marginación de la misma era relativamente moderado en el año 2000. Inter-municipalmente, el grado de incidencia de la **desigualdad distributiva** del ingreso tiende a ser alto en casi toda la cuenca.

En relación con la población, en el **Cuadro 1.6** y **1.7**, se presentan aspectos que se relacionan con el agua como lo es la demandan, la oferta y la disponibilidad, lo que muestra como los fenómenos demográficos ejercen un grado de presión en el recurso.



**Cuadro 1.6.** Comparativo de algunos aspectos hidrológicos relacionados con la población de la cuenca Lerma-Chapala

|                      | Oferta Total (hm <sup>3</sup> ) | Demanda Usos totales sup. y sub. (hm <sup>3</sup> ) | Déficit    | Demanda per cápita (m <sup>3</sup> /hab/año) |
|----------------------|---------------------------------|---|------------|--|
| República Mexicana   | 1,513,000                       | 2,561,730   | -1,048,730 | 14,651.85                                    |
| Cuenca Lerma-Chapala | 6,413                           | 8,109   | -1,696     | 598  |

Fuente: Elaboración propia basado en datos del INEGI y Estadísticas del Agua en México 2005

**Cuadro 1.7.** Comparativo de algunos aspectos de la población de la cuenca Lerma-Chapala, en relación a la disponibilidad del agua

|  | Disponibilidad natural media total (hm <sup>3</sup> ) | Disponibilidad natural media per cápita (m <sup>3</sup> /hab/año) | Escorrentamiento natural medio superficial total (hm <sup>3</sup> ) | Volumen total de agua concesionado | Grado de Presión (%) |
|--|---|---|---|------------------------------------|----------------------|
| República Mexicana   | 474,637.00  | 4,596   | SIN DATO  | 75,430.00                          | 16                   |
| Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico | 36,977.00   | 1,791   | SIN DATO  | 13,210.00                          | 36                   |
| Cuenca Lerma-Chapala   | SIN DATO  | SIN DATO  | SIN DATO  | SIN DATO                           | SIN DATO             |

Fuente: Elaboración propia basado en datos del INEGI, Estadísticas del Agua en México 2005

## 1.7. PROBLEMÁTICA HIDROAMBIENTAL DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA

La cuenca Lerma-Chapala es una de las principales regiones del país por su desarrollo económico y el valor agregado que genera. Es una región con altos niveles de actividad económica, pero su crecimiento ha sido, en gran parte, a costa de sus recursos naturales, especialmente del agua y el suelo.

El suministro de agua y el aprovechamiento de los recursos hidráulicos han sido la base del desarrollo socioeconómico de la región. Sin embargo, las necesidades de los usuarios superan la oferta natural de agua superficial y subterránea en varias subcuencas que conforman a la cuenca Lerma-Chapala. Principalmente en la parte norte, este desequilibrio ha obligado a sobreexplotar los acuíferos y a **comprometer**, con los niveles actuales de eficiencia en sus diversos usos, la **totalidad del agua superficial de la cuenca**. La falta de

agua provoca severos conflictos entre usuarios y sus niveles de contaminación limitan la posibilidad de utilizarla en forma productiva. (Güitrón, 2005).

Los recursos hidráulicos se encuentran al límite de su aprovechamiento. Si se extrae más agua superficial o subterránea, en cualquier punto de la cuenca, se afectan los aprovechamientos ya establecidos aguas abajo o los que comparten los recursos renovables de los acuíferos que ahí se localizan. Esto pone en riesgo el desarrollo que se ha alcanzado en la región y la conservación del lago de Chapala tanto en cantidad como en calidad.

### **1.7.1. El conflicto por el agua**

El desarrollo hidráulico de la cuenca Lerma-Chapala apoyó el crecimiento económico y social de la región, representando en muchos aspectos el centro de la dinámica socioeconómica de México. Sin embargo, el incremento de la demanda de agua superficial en la cuenca originó problemas por el recurso entre entidades federativas y los diversos sectores usuarios. Este conflicto se agravó en los años ochenta después de algunos años de baja precipitación, el almacenamiento del lago de Chapala disminuyó de forma significativa<sup>1</sup>.

A partir de la conformación de la cuenca Lerma-Chapala, la participación del territorio de los cinco estados contenidos en ella crea naturalmente una **relación lógica de desigualdad** en el acceso y disponibilidad del agua entre las partes altas y bajas. Esto se agrava y crea un fuerte conflicto especialmente entre los estados de Guanajuato y Jalisco. Esta relación también se expresa a través de los problemas de distribución del recurso y en la necesidad urgente de establecer mecanismos de corresponsabilidad en el aprovechamiento eficiente del mismo.

En 1989 se constituyó el Consejo de la Cuenca Lerma Lerma-Chapala con el propósito de reglamentar y ordenar el aprovechamiento de los recursos hídricos, y en 1991 se crea un **acuerdo sobre aguas superficiales** para lograr una distribución **equitativa** y justa entre los usuarios y los estados, recuperar el equilibrio hidrológico de la cuenca y preservar el

---

<sup>1</sup> En julio de 1991 registró 1,893 hm<sup>3</sup>, uno de los niveles más bajos en su historia. (Güitrón, 2005)

lago de Chapala (CONAGUA, 1991). Pese al acuerdo de distribución, un nuevo período de lluvias por debajo de la media aceleró el descenso de los niveles del lago<sup>2</sup>. Tal hecho aumentó el interés de implementar nuevas reglas en la asignación del agua superficial con la finalidad de restablecer efectivamente el equilibrio de la cuenca y la recuperación del lago.

El desarrollo de la región ha traído una problemática compleja del sector hidráulico, ya que existe una fuerte competencia por el uso del agua entre los diversos usuarios y prácticamente todas las subcuencas de la cuenca presentan un desequilibrio hidrológico. Una de las dificultades más importantes es este desequilibrio en el balance hidráulico, tanto de aguas superficiales como de las subterráneas, pues en términos generales, los usuarios demandan más agua de la disponible, con efectos que impactan negativamente en el sistema hidrológico, además de limitar el progreso de la región.

La presión sobre el agua se da principalmente por la fuerte actividad agrícola en la zona del Bajío, las zonas urbanas en las partes altas de la cuenca, (incluyendo la zona Metropolitana de Guadalajara que extrae agua del lago para cubrir su demanda), y el propio lago como usuario natural de la región.

Los aspectos anteriores, son algunos puntos de conflicto que definen posiciones de los actores involucrados y dificultan la determinación de acciones vinculadas entre el gobierno federal, los estados, municipios, sectores productivos y la sociedad civil, que resulten en un equilibrio de los recursos naturales de la cuenca.

### ***1.7.2. Desequilibrio entre oferta y demanda del agua***

#### **1.7.2.1. Bajas precipitaciones**

En la cuenca ocurre anualmente el 3% de la precipitación pluvial promedio del país y se genera un poco más del 1% de los escurrimientos superficiales promedio; a su vez, en ella queda comprendido el 13% de las aguas subterráneas renovables que se han identificado en todo el territorio nacional (Hernández, 2002).

---

<sup>2</sup> En Julio de 2002 registró un almacenamiento de 1,145 hm<sup>3</sup>, el más bajo registrado en los últimos 50 años. (Güitrón, 2005)

La precipitación media histórica ponderada es de 735 mm/año, lo que produce un escurrimiento promedio anual de 4,908 hm<sup>3</sup> y una recarga promedio de acuíferos de 3878 hm<sup>3</sup> (CONAGUA, 2000). La cuenca es una región con lluvia relativamente escasa que además, en su mayor parte (79%), se concentra en sólo cuatro meses y se distribuye en forma poco uniforme en el territorio de la misma. La subcuenca con menor precipitación y menor rendimiento de lluvia en escurrimiento virgen es el Medio Lerma, que junto con el Alto Lerma es precisamente la que registra la mayor concentración de población y la mayor densidad de actividad económica, tanto agropecuaria como industrial. La cuenca ha registrado una muy elevada variabilidad de la lluvia a lo largo del tiempo. La precipitación media en el período 1999-2001 fue de sólo 651 mm. Se han presentado ciclos secos de hasta 21 años, y sequías de 8 a 16 años (Güitrón, 2003).

El comportamiento de la precipitación en la cuenca, de enero de 1980 hasta diciembre de 2000, fue en su mayor parte anormal y negativo; a excepción de los años 1990 a 1992, y de pequeños períodos en el verano de 1997 y el segundo semestre de 1998, el resto del tiempo ha sido deficitario en lluvia. De 1993 a 1996, el déficit fue constante, y a finales de 1996 se alcanzaron los mínimos valores, con características severas en la sequía, así como en el segundo semestre de 1997 y el primer semestre de 1998, cuando incluso se alcanzaron valores récord de sequía crítica. En los años de 1999 y 2000, en general la constancia del déficit de lluvia se mantuvo en valores moderados y severos. En resumen, ese período de tiempo de diez años ha sido continuamente deficitario en precipitación (Güitrón, 2003).

En condiciones generales, los escurrimientos superficiales que se generan en la cuenca se aprovechan del todo, hasta el punto en que en los períodos de estiaje el flujo desaparece en algunos tramos del río Lerma. El mayor impacto del nivel de aprovechamiento que se ha alcanzado en la cuenca se presenta en el lago de Chapala, ya que su nivel ha llegado a disminuir a tasas cercanas de un metro por año. Además los volúmenes disponibles no han sido suficientes para satisfacer los requerimientos de los usuarios, principalmente en los Distritos de Riego que se abastecen del río Lerma **(Cuadro 1.8)**.

**Cuadro 1.8.** Balance de aguas superficiales en la cuenca Lerma-Chapala

| <b>Entradas</b> | <b>Escurrimiento medio anual</b>                     | <b>4,740 hm<sup>3</sup></b>   |
|-----------------|--|-------------------------------|
| Salidas         | Demanda directa                                      | 3,240 nm <sup>3</sup>         |
|                 | Agua potable Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) | 240 hm <sup>3</sup>           |
|                 | Riego cuenca Lago Chapala                            | 90 hm <sup>3</sup>            |
|                 | Evaporación Lago Chapala                             | 1,440 a 1,700 hm <sup>3</sup> |
|                 | Total salidas (media anual)                          | 5,010 a 5,270 hm <sup>3</sup> |
|                 | Déficit medio anual superficial                      | -530 a -270 hm <sup>3</sup>   |

**Fuente:** Modelación Matemática en la Construcción de Consensos para la Gestión Integrada del agua en la Cuenca Lerma-Chapala (Güitrón, 2005)

### 1.7.2.2. Sobreexplotación de acuíferos

En la cuenca se presenta un desbalance entre la recarga natural de los acuíferos y las extracciones que se llevan a cabo en ellos (**Cuadro 1.9**). Esta situación se acentúa en la subregión Alto Lerma, en los acuíferos del Valle de Toluca y Atlacomulco-Ixtlahuaca. Así mismo en la subregión Medio Lerma, en los acuíferos del Valle de Querétaro, de Celaya y de León y a su vez, en río Turbio y Pénjamo-Abasolo.

**Cuadro 1.9.** Balance de aguas subterráneas en la cuenca Lerma-Chapala

|                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Acuíferos en Explotación</b>  | <b>41</b>             |
| <b>Acuíferos sobreexplotados</b> | <b>18</b>             |
| Recarga media anual              | 4,010 hm <sup>3</sup> |
| Extracción media anual           | 4,553 hm <sup>3</sup> |
| Déficit                          | -543 hm <sup>3</sup>  |

**Fuente:** Modelación Matemática en la Construcción de Consensos para la Gestión Integrada del agua en la Cuenca Lerma-Chapala (Güitrón, 2005)

Esta situación ha originado un abatimiento paulatino de la rentabilidad económica del uso agrícola en la zona, al aumentar los costos de bombeo. La sobreexplotación de acuíferos no sólo pone en riesgo los desarrollos que se basan en su utilización, sino que también alteran la disponibilidad de aguas superficiales, sobre todo en los períodos de estiaje, al disminuir o suprimir el flujo o escurrimiento base. El caso más grave de sobreexplotación de acuíferos, en los estados de la cuenca, es el de Guanajuato, donde la recarga anual representa sólo el

58.2% de la extracción. Se presenta ya una fuerte y creciente competencia entre los usos urbanos y los usos agropecuarios, ya que el 71% del volumen total de extracción subterránea de la cuenca se utiliza para riego, mientras que el 23% se destina al abastecimiento para consumo humano y el 6% para uso industrial. (CONAGUA, 2002).

La dimensión de estos requerimientos rebasa la disponibilidad natural global de agua en la cuenca, por lo que el sistema se mantiene en una situación de desequilibrio hidrológico **(Cuadro 1.10).**

**Cuadro 1.10. Balance Hidráulico Global en la cuenca Lerma-Chapala**

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Usos totales (aguas superficiales y suterráneas) | 8,109 hm <sup>3</sup>        |
| Oferta total (escurrimiento restituído)          | 6,413 hm <sup>3</sup>        |
| <b>Déficit</b>                                   | <b>-1,706 hm<sup>3</sup></b> |

*Fuente: Modelación Matemática en la Construcción de Consensos para la Gestión Integrada del agua en la Cuenca Lerma-Chapala (Güitrón, 2005)*

Se prevé que el déficit global de agua en la cuenca se incrementará en al menos 374 hm<sup>3</sup> para el año 2010 y en 463 hm<sup>3</sup> para el año 2020, esto es un total de 837 hm<sup>3</sup> en 20 años, bajo el supuesto de que los usos agrícola y público ya no crezcan y que la exportación a la ciudad de México se mantenga constante. (SEMARNAT, 2001).

### **1.7.2.3. Baja eficiencia en el aprovechamiento del agua en el sector agrícola**

La eficiencia de riego promedio anual se estima en un 39% para los distritos de riego y en un 56% para las unidades de riego. Por otro lado existe un alto porcentaje de superficie de riego que cuenta con infraestructura, pero que no es utilizada (el 30% para los distritos de riego y el 15% para las unidades de riego). Esta situación se mantiene por la insuficiente tecnificación del riego y por el mal estado de la infraestructura de conducción y distribución. En los distritos de riego, la eficiencia promedio anual de conducción, junto con la eficiencia parcelaria, es del orden del 35%, debido sobre todo a que la infraestructura está muy deteriorada. Los canales son en su mayoría de tierra y presentan filtraciones importantes, y por otro lado, la entrega volumétrica del agua a los usuarios se lleva a cabo en forma deficiente, debido al mal estado de las obras de distribución parcelaria y a la falta

de un sistema de medición efectivo. Además hay un desconocimiento de los volúmenes entregados a usuarios agrícolas, en particular los volúmenes utilizados por la pequeña irrigación (SEMARNAT, 2001).

#### 1.7.2.4. Baja eficiencia en el uso público urbano.

Las ciudades medias y grandes de la cuenca registran porcentajes de fugas y tomas clandestinas en sus sistemas de abastecimiento (**Cuadro 1.11**). Los organismos operadores se encuentran limitados para resolver esta situación debido a su insuficiencia técnica y económica causada, en parte, por la baja recuperación de recursos en relación con los gastos de operación.

**Cuadro 1.11.** Porcentajes de agua no contabilizada, principales núcleos urbanos de la Región, 1998

| Núcleo urbano  | %  |
|----------------|----|
| Aguascalientes | 50 |
| León           | 49 |
| Celaya         | 39 |
| Irapuato       | 37 |
| Guadalajara    | 35 |

**Fuente:** Datos presentados en: *Modelación Matemática en la Construcción de Consensos para la Gestión Integrada del agua en la Cuenca Lerma-Chapala (Güitrón, 2005)*

El aumento de las extracciones de agua para uso urbano, así como su distribución espacial, resultan principalmente del proceso de urbanización que la cuenca ha experimentado. Los volúmenes de extracción y los que posteriormente se descargan a los cuerpos receptores están asociados a los servicios de agua potable y alcantarillado de cada localidad. Su cobertura y eficiencia determinan los volúmenes de extracción actuales, así como los que puedan requerirse en el futuro.

### **1.7.3. Dinámica de degradación ambiental**

#### **1.7.3.1. Calidad del agua**

La urbanización y el acelerado desarrollo de las actividades productivas de la cuenca, sustentadas en un intenso aprovechamiento del agua, han generado anualmente alrededor de 400 hm<sup>3</sup> de aguas residuales, con una carga contaminante del orden de 169,000 toneladas de DBO/año. Lo anterior se asocia a los bajos escurrimientos disponibles, así como a la poca capacidad de tratamiento, lo que ha llevado al Río Lerma, a sus afluentes, al lago de Chapala y a los principales acuíferos de la cuenca, a una situación grave de contaminación de origen agropecuario, industrial y urbano, tanto en las aguas superficiales como en las subterráneas. Según información de la CONAGUA, debido a la contaminación orgánica e inorgánica, existe un gran deterioro de los cuerpos de agua (ríos Lerma y Grande de Morelia, y lagos de Pátzcuaro y Cuitzeo). El valor promedio del Índice de la Calidad del Agua (ICA) para el río Lerma (colector principal) en el tramo Almoloya del Río-presa Solís, así como en la laguna de Almoloya, fue de 45 entre 1985 y 1995. De acuerdo con estos valores, el agua se clasifica como contaminada para uso agrícola. En el río grande de Morelia y el de Cuitzeo se tienen las descargas industriales y municipales de Morelia y su zona industrial, y las descargas urbanas de Querétaro, Zinapécuaro, cuitzeo y Santa María Maya. El lago de Pátzcuaro recibe desechos urbanos de su misma ciudad, así como de Quiroga y Erongarícuaro. Con esto se limita la capacidad de autodepuración de los ríos y lagos y se afecta la calidad del agua para usos como el acuícola y el agrícola. Otro problema que afecta a los embalses es la deforestación de la cuenca; además, de que ha disminuido la producción agrícola. (CONAGUA, 2002; IMTA, 2002)

Hasta 1989 existían 15 plantas para el tratamiento de descargas municipales e industriales, cuatro de ellas sin operar. Esta infraestructura se caracterizaba por una sobrecarga de las plantas, la falta de mantenimiento y su operación deficiente, debido sobre todo, a la carencia de recursos económicos y a la modificación importante de las características del agua a tratar, por lo que se reducía la eficiencia de los procesos de tratamiento diseñados para tal efecto. De la primera etapa del Programa de Saneamiento de la cuenca, que se inició en 1989, se había terminado la construcción de 41 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, con una capacidad instalada de 3,268 l/s, de un total de 48 plantas



programadas. En la segunda etapa se planeó la ampliación de cinco de las plantas existentes y la construcción de 52 nuevas, construyéndose solamente 19, con una capacidad instalada de 5,717l/s.

### **1.7.3.2. Uso de suelo**

La cuenca Lerma-Chapala ha sufrido una deforestación intensa desde la época colonial, y durante toda la segunda mitad del siglo XX el daño a la cubierta vegetal ha sido constante. El acelerado crecimiento poblacional, sumado a las también crecientes expectativas de desarrollo, constituye una enorme presión de uso sobre los recursos naturales. Esto además de producir una intensificación de cultivos en zonas agrícolas, también estimula el sobrepastoreo, y favorece la deforestación como mecanismo de expansión de la frontera agrícola, muchas veces hacia zonas marginales y con bajo potencial.

El grado de conversión ambiental antropogénica, se muestra en la dinámica espacio-temporal de la cubierta vegetal, pues resulta de gran importancia comprender la dinámica de los recursos suelo y vegetación.

Debido a los altos niveles de concentración económica y social dentro de la Cuenca, el proceso de urbanización ha superado ya ciertos umbrales en términos de relaciones territoriales, económicas y ambientales. La utilización del suelo ha ido mostrando a lo largo del tiempo un estilo de desarrollo territorial bastante desordenado y poco congruente con un adecuado proceso de sostenibilidad ambiental. Este problema se deriva en parte por la ausencia de leyes y reglamentos eficientes que normen la planificación urbana, así como por la discontinuidad de las políticas y proyectos llevados a cabo por las autoridades municipales, dado los cortos periodos de sus mandatos políticos. Así, en las zonas aledañas a los cuerpos de agua las actividades humanas han reemplazado la vegetación natural por cultivos que han causado no sólo la pérdida de la biodiversidad, sino que han desatado un proceso de degradación química y física de los suelos y por ende el desequilibrio ecológico de la Cuenca. El impacto en estas áreas ha sido bastante alto, es por ello que las zonas ribereñas tienen un aprovechamiento desigual y presentan conflictos en el uso y manejo adecuado del suelo y del agua. A diferencia de las zonas bajas, en las áreas de selva

caducifolia las actividades humanas han tenido menor impacto. Esto se debe al hecho de que los suelos someros y pedregosos donde se desarrolla este tipo de vegetación no son los mejores para la agricultura. Sin embargo, en algunos puntos, sobre todo donde la pendiente de las laderas es menos pronunciada, se han desarrollado cultivos sin prácticas de manejo de suelos, los cuales están causando grandes problemas de erosión hídrica (Navarro et al., 2004).

La pérdida de vegetación natural también tiene consecuencias que pueden afectar el nivel de precipitación pluvial. Cuando ocurre la deforestación, decrece la habilidad para retener la humedad; esto se debe a que la vegetación absorbe el agua durante la precipitación y la libera lentamente. Los bosques también almacenan una gran proporción de las reservas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), lo cual se reduce con la deforestación, aumentando el efecto invernadero. En algunas áreas de la cuenca aun existen extensiones de bosque más o menos conservado, aun cuando casi por todas partes se nota la influencia del ganado, de los incendios y de la tala selectiva. (INE, 2004)

De acuerdo con el INE, los principales cambios de vegetación y uso de suelo registrados en el período 1976-2000 (**Cuadro 1.12**), fueron los que se describen a continuación y son representados en la **Figura 1.5**.

La subformación selvas primarias presentó la tasa de cambio negativa más alta registrada para 1976 fue de cerca de 2,214.32km<sup>2</sup>, mientras que para el año 2000 se registraron 1397.13 km<sup>2</sup>, representando una tasa de cambio de -0.019. Para esta subformación, se registraron cambios de cobertura hacia selvas secundarias, pastizales inducidos y cultivados así como para el uso de suelo de cultivos agrícolas. Otra subformación que presentó una tasa de cambio negativa fue la de bosques primarios, ya que para 1976 se registraba con una cobertura boscosa de 5,162 km<sup>2</sup> y para el 2000 de 3,600 km<sup>2</sup> siendo la tasa de cambio de -0.015. Los cambios registrados para esta subformación fueron hacia bosques secundarios, pastizales inducidos y cultivados así como para cultivos agrícolas. La cobertura de pastizal natural presenta una tasa de cambio negativa baja de -0.004; lo que representa 270.55km<sup>2</sup>. El cambio en este caso se hizo a los pastizales inducidos y cultivados así como para los cultivos agrícolas. Se tiene también que las coberturas referidas a cuerpos de agua presentó un decremento de 96.38 km<sup>2</sup> con tasa de cambio de -0.002. En el lago de

Chapala, el cambio de cobertura se dio principalmente hacia cultivos y otras coberturas vegetales.

Las coberturas que presentaron incremento fueron la de asentamientos humanos, la subformación de matorral secundario, la subformación de bosque secundario y la de pastizales inducidos y cultivados. La primera con un incremento de 816.07 km<sup>2</sup> que representa la tasa de cambio más alta para el período siendo de 0.84; la segunda cobertura registró un incremento de 263.50 km<sup>2</sup> y una tasa de cambio de 0.019, la tercera cobertura, registró un incremento de área de 975.37 km<sup>2</sup> con tasa de cambio en el período de 0.015, la última cobertura mencionada, tuvo un incremento de 758.71 km<sup>2</sup> que representan una tasa de cambio de 0.005. Para esta última, el cambio de la cobertura que se dio fue a cultivos agrícolas y en los casos donde dominó el proceso de secesión natural, el cambio fue a bosques secundarios y selvas secundarias.

La cobertura que registró tasas de cambio cero fue el uso de suelo cultivo agrícola, lo cual significa que permaneció bajo el mismo tipo de cobertura o uso de suelo durante el período de 1976-2000. Pero esto no descarta que se hayan anexado otras coberturas o usos de suelo durante el año 2000, que en este caso serían de selvas secundarias, pastizales naturales y pastizales inducidos y cultivados, es decir que la frontera agrícola ha continuado extendiéndose.

**Cuadro 1.12.** Cambios en el uso del suelo en la cuenca Lerma-Chapala para el período 1976-2000

| Formación/subformación            | 1976               |       | 2000               |       | 1976-2000          |       | *Tasa de cambio |
|-----------------------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|-----------------|
|                                   | Superficie         |       | Superficie         |       | Cambio             |       |                 |
|                                   | (Km <sup>2</sup> ) | %     | (Km <sup>2</sup> ) | %     | (Km <sup>2</sup> ) | %     |                 |
| osques primarios                  | 5,162.50           | 9.64  | 3,600.30           | 6.72  | -1562.20           | -2.92 | -0.015          |
| Bosques secundarios               | 2,233.22           | 4.17  | 3,208.59           | 5.99  | 975.37             | 1.82  | 0.015           |
| Cultivos                          | 28,294.87          | 52.81 | 28,402.73          | 53.02 | 107.86             | 0.20  | 0.00            |
| Matorral primario                 | 810.64             | 1.51  | 592.58             | 1.11  | -218.06            | -0.41 | -0.013          |
| Matorral secundario               | 455.93             | 0.85  | 719.43             | 1.34  | 263.50             | 0.49  | 0.019           |
| Pastizales naturales              | 3,067.77           | 5.73  | 2,797.22           | 5.22  | -270.55            | -0.50 | -0.004          |
| Pastizales inducidos y cultivados | 5,468.40           | 10.21 | 6,227.11           | 11.62 | 758.71             | 1.42  | 0.005           |

|                                |                  |            |                  |            |         |       |        |
|--------------------------------|------------------|------------|------------------|------------|---------|-------|--------|
| Selvas primarias               | 2,214.32         | 4.13       | 1,397.13         | 2.61       | -817.19 | -1.53 | -0.019 |
| Selvas secundarias             | 3,735.26         | 6.97       | 3,836.27         | 7.16       | 101.01  | 0.19  | 0.001  |
| Otras coberturas de vegetación | 282.79           | 0.50       | 224.66           | 0.42       | -58.13  | -0.11 | -0.010 |
| Cuerpo de agua                 | 1,726.23         | 3.22       | 1,629.86         | 3.01       | -96.38  | -0.18 | -0.002 |
| Asentamiento humano            | 139.37           | 0.26       | 955.44           | 1.78       | 816.07  | 1.52  | 0.084  |
| <b>Total</b>                   | <b>53,591.32</b> | <b>100</b> | <b>53,591.32</b> | <b>100</b> |         |       |        |

\*El análisis de tasa de cambio de las coberturas de uso de suelo y vegetación se realizó con la ecuación utilizada por la FAO (1995)

Fuente: INE, 2004.

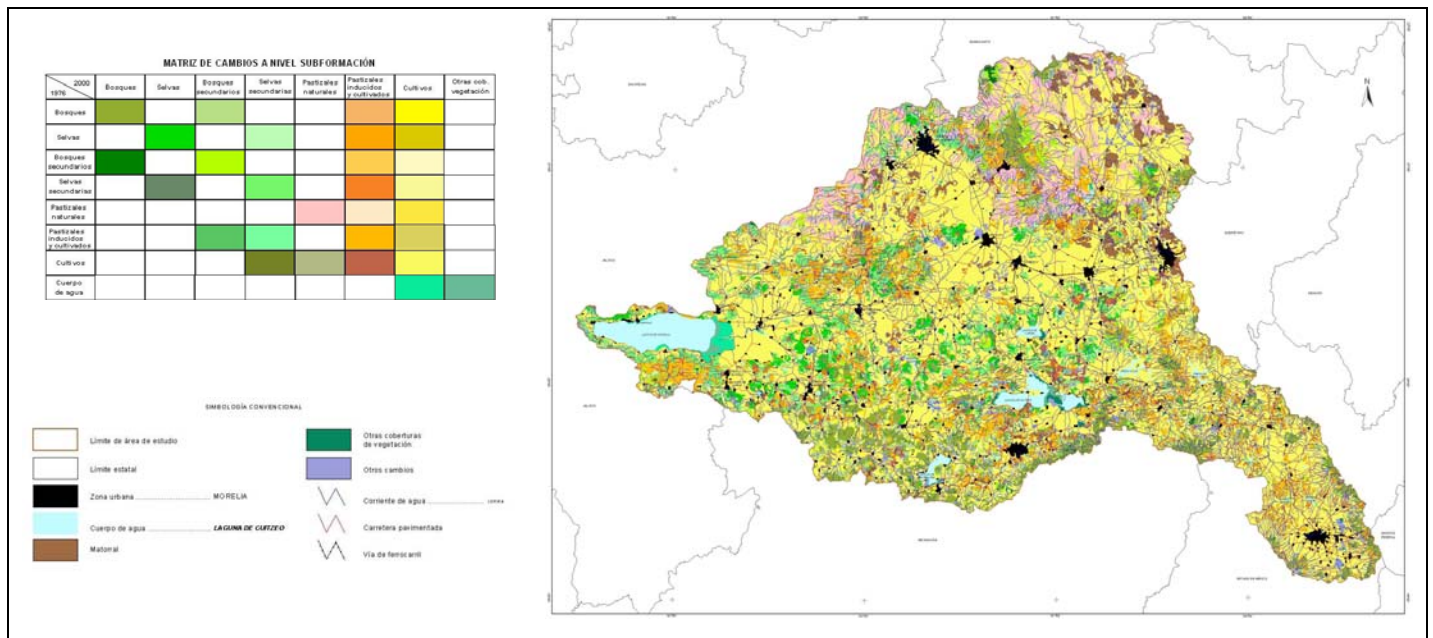


Figura 1.5. Cambio de uso de suelo y vegetación para el período 1976-2000. Cuenca hidrográfica Lerma-Chapala (INE, 2004)

Los cambios dados por las actividades socioeconómicas (movimientos de la población, actividad agrícola, pecuaria, actividades industriales y urbanas) han afectado la cuenca de Chapala hasta el grado de causar desequilibrios ecológicos, como degradación física, química y biológica de las tierras.

La consecuencia más común de la degradación es la pérdida de la capa superficial del suelo debido a la erosión por el agua o el viento. Cuando se tala el bosque u otra cobertura vegetal, se pierde también la protección frente al agua o al viento incrementándose la posibilidad de la erosión por estos agentes. La capa superficial del suelo se expone al

sobrepastoreo o también a inadecuadas prácticas agrícolas, las cuales aceleran el proceso de erosión. La erosión del suelo tiene muchos efectos negativos, incluyendo un incremento en la sedimentación de los ríos y arroyos, daños a la población de peces y azolve de lagos y embalses. La desertificación puede conllevar la extinción de especies de plantas y animales, cuando su hábitat natural es destruido.

### **Deterioro de la calidad de los suelos**

Como resultado de la expansión acelerada de la frontera agrícola con muy bajos niveles técnicos, se produjo un amplio y severo proceso de deterioro en la calidad de los suelos de la cuenca; degradándose éstos casi un 75% en una superficie de casi 300 mil hectáreas (Güitrón, 2003). Conforme al Inventario Nacional de Suelos de la SEMARNAT de 1999, el 25.6% de los suelos de la cuenca presenta por lo menos algún tipo de degradación, a causa de la deforestación, la reducción de la cubierta vegetal, el sobrepastoreo, la expansión de la frontera agrícola y las malas prácticas agropecuarias. Entre las causas de degradación, la hídrica es la más importante, con el 41.3% de la superficie afectada. Las siguientes causales, en importancia, son la degradación química, con 25.8%, y la física con el 22.5%. Entre las actividades humanas que más contribuyeron a la degradación de los suelos en la cuenca de Chapala se tienen la deforestación, el desmonte, el manejo inadecuado del agua, la sobreexplotación con cultivos anuales y el mal manejo del suelo (SEMARNAT, 2001).

### **Intensidad de ocupación y uso de suelo**

La intensidad de ocupación y uso de suelo de la cuenca Lerma-Chapala, sólo es superado por la cuenca hidrológica del Valle de México. Por lo que soporta una carga demográfica y socioeconómica superior a la capacidad de su ecosistema, en las condiciones tecnológicas e institucionales (Güitrón, 2005).

La intensidad y cobertura de los usos agropecuarios actuales son los más elevados del país, pues del total de hectáreas dedicadas a la agricultura de riego y de temporal, una de cada ocho se ubica en la cuenca. El desarrollo urbano y rural demanda territorio y como consecuencia, un cambio de uso de suelo que se traduce en una pérdida de cobertura vegetal, lo cual se suma con la alta densidad de población y el incremento de comunidades

con menos de 2,500 habitantes y se manifiesta en una alta dispersión de pequeños asentamientos que ejerce una fuerte presión sobre los recursos naturales.

Debido a lo anterior, es necesario que se adopte concepto de *desarrollo sustentable*, el cual integra la protección y conservación del medio ambiente, y el desarrollo social y económico de la cuenca. La concepción holística de las unidades del paisaje ecológico plantea que la geología, la geomorfología, el clima, la hidrología, la vegetación, la fauna, el hombre y sus actividades interactúan, provocando que el cambio en uno de ellos incida en los otros (INE, 2004). Esto permite identificar las potencialidades y los conflictos de uso del agua, con el fin de orientar y regular de manera planificada su aprovechamiento, mejorando sus condiciones de calidad, disponibilidad, necesidades de infraestructura hidráulica y manejo de la cuenca en general.

### **1.7.3.3. Pérdida de biodiversidad**

Como manifestación extrema del deterioro de su sustentabilidad ambiental, la cuenca muestra pérdidas evidentes de su biodiversidad (SEMARNAT, 2001). La región contaba con una amplia variedad de especies biológicas, características de las zonas templadas y subtropicales de altura. El avance de la deforestación, la degradación de los suelos, la agricultura de riego y temporal, la tendencia a la desecación y la contaminación de los cuerpos de agua, han extinguido o puesto en peligro a diversas especies. Se considera que la principal causa de pérdida de la biodiversidad en la cuenca se debe al propio desequilibrio hídrico en que se encuentra, aunque también influyen directamente el abuso y empleo indiscriminado de agroquímicos, la contaminación de los cuerpos de agua, la reducción dramática del nivel de almacenamiento en los principales lagos y la pérdida de conectividad aguas abajo a lo largo de la cuenca, entre otros.

Por tales razones, la cuenca Lerma-Chapala fue designada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) como ecorregión con “*estatus crítico, cuya conservación es prioritaria*”; de hecho, “*con la prioridad más alta para la conservación.*” El lago de Chapala y el Río Lerma son “*ecorregiones mundialmente*

*importantes y están consideradas como críticas y en peligro, por lo que es necesaria su atención inmediata si se desea conservar sus ecosistemas y su biodiversidad.”*

#### **1.7.4. Pérdida de volumen en el lago de Chapala**

En los últimos años, el lago ha recibido un volumen menor a su extracción, situación que se traduce en un déficit anual de entre 300 hm<sup>3</sup> y 500 hm<sup>3</sup>. Además de lo anterior, se observa contaminación del agua y azolvamiento de la cubeta del lago (SEMARNAT, 2001).

Por su ubicación geográfica, el lago de Chapala resume lo que ocurre a lo largo del Río Lerma. El lago refleja, con su comportamiento, el crecimiento de la demanda aguas arriba y el efecto de las descargas sin tratamiento previo, las cuales degradan la calidad de los volúmenes que almacena este cuerpo de agua, (SEMARNAT, 2001).

La regulación de las aguas del río Lerma se ha manifestado en el continuo descenso en el nivel del lago, mientras que el impacto de las aguas residuales no tratadas y la creciente erosión del suelo se reflejan en el deterioro de la calidad del agua del lago, así como en un incremento en la tasa de sedimentación.

Aunque la lluvia es un factor determinante del balance hidráulico del lago de Chapala, es mucho mayor el impacto de la capacidad de regulación que se ha logrado con los aprovechamientos de aguas arriba. Sólo hay que mencionar que las aportaciones al lago en 1940 eran de 4.0 hm<sup>3</sup> por cada milímetro de lluvia en la cuenca, mientras que este valor descendió a 2.4 hm<sup>3</sup> y se mantuvo así hasta principios de la década pasada, para reducirse posteriormente a menos de 1.0 hm<sup>3</sup> (CONAGUA, 2002).

El acuerdo para la Distribución de las Aguas Superficiales de la cuenca, formulado en 1989 y que entró en vigor en 1991, no logró resolver el problema de la disminución de los niveles del lago de Chapala<sup>3</sup> (**Figura 1.6**). Esto se debió, principalmente, a una serie de limitaciones del propio Acuerdo (Mestre, 2001), entre las que están una sobreestimación de la disponibilidad del agua de la cuenca; una subestimación de las áreas de pequeño riego;

---

<sup>3</sup> Pues durante el plazo de vigencia del acuerdo (la década de 1990 y hasta el ciclo 2001-2002) se presentó un período de lluvias escasas, que hicieron prolongar las poco abundantes lluvias de la década anterior: de acuerdo a los datos conocidos,

los efectos en el escurrimiento superficial debido a la construcción de nuevas presas; el abandono del régimen en la distribución del agua, sobre todo en áreas críticas de la cuenca donde se sabe que existe clandestinaje y que no hay un control efectivo que lo detecte. Sin embargo, se considera que el acuerdo ha tenido algunos logros importantes, como el haber logrado que no continuara creciendo el uso agropecuario de agua superficial en la cuenca, con lo que el consumo respectivo se mantuvo estable, en niveles cercanos a los máximos históricos (SEMARNAT, 2001).

Ese acuerdo se estableció con el objetivo de alcanzar un nuevo equilibrio hidrológico de la cuenca, incluido el lago de Chapala. Durante los primeros cinco años de aplicación se observaron, de manera constante, beneficios en los niveles de los embalses y en las áreas irrigadas y los períodos de sequía se enfrentaron con menor preocupación. Entonces, el lago recuperó niveles de agua satisfactorios. El acuerdo funcionó en períodos promedio y períodos buenos. Se emplearon reglas estrictas para que fuera respetado por los usuarios que presionaban para obtener agua adicional al volumen autorizado. Y aunque hubo algunos conflictos, el Consejo de Cuenca pudo mantener el control. Sin embargo, en 1994, con la nueva administración federal, el personal experimentado fue retirado y los nuevos encargados, menos capacitados, modificaron las reglas y se dejó a un lado dicha disciplina en la distribución del agua.

Quitando la recuperación del lago en el período 1992-1994, este volvió a su dinámica de baja alcanzando un nivel cada vez más crítico a pesar de las transferencias de agua realizadas a través de trasvases<sup>4</sup>. Para disminuir el riesgo ambiental sobre el lago en los próximos años, fue necesario proponer medidas para ordenar el uso del agua en la cuenca para aumentar los volúmenes de ingreso (por lo menos para mantener niveles aceptables, en ocasiones para lograr su recuperación). Esta situación llevó a que agricultores, defensores del lago y otros interesados, buscaran alternativas de abastecimiento; lo que provocó que surgiera la propuesta de establecer un nuevo acuerdo de distribución del agua superficial, ya que el acuerdo de 1991 no era suficiente para salvar al lago Chapala a largo plazo. En el 2002 el estado de Jalisco promovió ante el Consejo de Cuenca el diseño de un nuevo

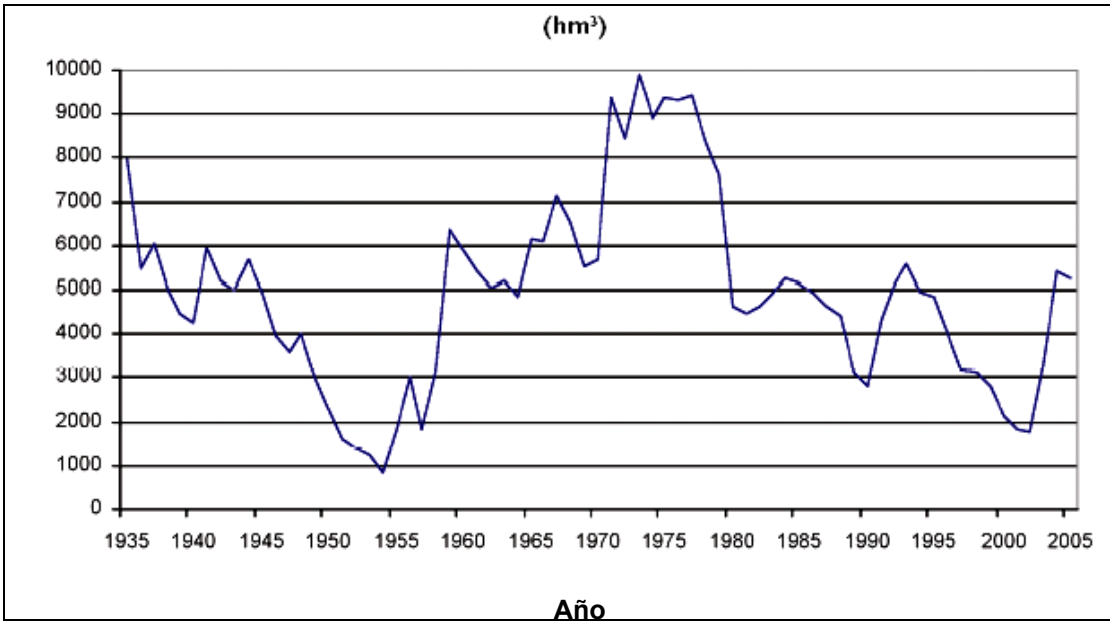
---

esto representa un conjunto de años secos (anomalías hidrológicas) que superan el promedio de años secos seguidos reconocidos para esta región, (Güitrón, 2005).

<sup>4</sup> Después de esa breve recuperación en 1994, inicia un descenso constante en el lago hasta llegar a un mínimo a principios de 2003, con sólo el 14% de su volumen máximo de almacenamiento.



acuerdo de distribución. En las negociaciones sobre como distribuir el agua de la cuenca, disminuyendo los efectos de la escasez, el Consejo de Cuenca estableció la necesidad de impulsar la concertación para llegar a al nuevo acuerdo que satisficiera a los dos argumentos opuestos: 1) mantener niveles aceptables en el lago y 2) abastecer la demanda para uso agrícola.



**Figura 1.6.** Volúmenes almacenados en el Lago de Chapala al 1º de octubre de cada año  
Fuente: "Estadísticas del Agua en México 2006" (CONAGUA, 2006)

Con la firma del nuevo Acuerdo de Distribución del Agua Superficial en el 2004, se tiene la oportunidad de proponer soluciones concertadas entre todas las partes involucradas y no solamente en acciones individualistas; pues es fundamental que para resolver la problemática del agua no sólo en la cuenca, sino también a nivel nacional, se fortalezcan las áreas desde donde sea posible llevar a cabo políticas públicas donde se encuentren la acción gubernamental y la acción social. (Vargas et al., 2005)

### 2.1. BREVE RESUMEN DE LA AGRICULTURA DE RIEGO EN MÉXICO

#### INTRODUCCIÓN

La irrigación es una actividad con una larga tradición en México, pues antes que ser una actividad meramente económica, ha sido una tarea que ha dado origen a civilizaciones de siglos pasados y que se ha convertido en un componente central del desarrollo económico, social y cultural de diversas regiones. Con ello, el manejo y control del agua para el riego han sido factores determinantes en el desarrollo de la agricultura, pues implicó, en determinado momento, la construcción de obras hidráulicas que sirvieron para regular su distribución y dirigirla hacia áreas donde se necesitaba, debido a que la agricultura de riego en México es una actividad de gran complejidad, ya que las condiciones geográficas, climáticas y edafológicas de la mayor parte del país no son favorables para una agricultura de temporal intensiva. Del total de la superficie cultivada en México, aproximadamente el 70% se desarrolla en condiciones de temporal, mientras que el 30% tiene acceso al riego (CONAGUA, 2001). Se puede decir que la participación del riego en la producción agrícola es más importante dadas las condiciones naturales de aridez que se presentan en el territorio nacional, pues la mayoría de los estudios sobre la distribución natural del agua indican que casi dos terceras partes del territorio nacional son áridas o semiáridas. El análisis de la información sobre precipitación pluvial en los últimos 47 años muestra que la lluvia promedio es de 684 mm anuales, generalmente concentradas entre junio y septiembre; mientras que la demanda evapotranspirativa media es superior a los 1,400 mm, es decir más del doble de las precipitaciones. Se considera que en México el agua destinada a la agricultura representa alrededor del 80% del volumen total utilizado, debido a eso, se reconoce su importancia como insumo para esa actividad, tanto por su efecto en la productividad como por el impacto que tiene en las condiciones de vida de los habitantes de numerosas regiones.

También, diversos estudios han indicado que en territorio nacional se tiene un potencial de superficie cultivable de sólo 30 millones de hectáreas, que corresponden a la superficie con pendientes menores al 2% sin grave riesgo de erosión, de las cuales únicamente podrían ser susceptibles de riego 11 millones, y sólo 1% del territorio pueden obtenerse cosechas todo el año sin necesidad de riego (IMTA, 2001). Pese a esa situación, el riego es de gran importancia para la producción de alimentos y materias primas que demanda la creciente población, así como las actividades económicas como lo son las industriales y agroexportadoras además, contrariamente al variable entorno económico y la pérdida de importancia económica de las actividades del sector primario, la agricultura de riego ha tomado mayor importancia en años recientes; pues la productividad en las áreas de riego para el año 2001 era de por lo menos 3.6 veces mayor que las de temporal, por lo que representa más de la mitad de la producción agrícola nacional.

Se puede decir que el reto más importante que enfrenta la agricultura de riego es producir más alimentos con menos agua; lo que implica un gran esfuerzo por hacer más productiva a la agricultura y al agua en las próximas décadas. Decir que la agricultura de riego necesita “modernizarse” implica no sólo la incorporación de innovaciones tecnológicas que permitan un uso más eficiente y productivo del agua, sino también la transformación de las instituciones públicas, las políticas sectoriales y las reglas establecidas para el aprovechamiento del recurso.

### **2.1.1. La situación socioeconómica de la agricultura de riego**

Después de la Revolución Mexicana (1910-1917), se implementó en México una *reforma agraria* basada en el artículo 27 de la Constitución que incluía la transferencia o distribución gratuita de tierra a los campesinos bajo el concepto del *ejido*. Este programa se expandió durante la administración de Lázaro Cárdenas durante la década de 1930 y continuó hasta la década de 1960. Esta reforma agraria corporativa, que les garantizaba un medio de subsistencia a los campesinos, también causó la fragmentación de la tierra y falta de inversión en capital, dado que la tierra comunal no podía ser usada como aval. Para incrementar la productividad rural y los estándares de vida, este artículo constitucional fue reformado en 1992 para permitir la transferencia de los derechos de propiedad de las tierras

comunales a los campesinos que las cultivaban. Con la posibilidad de rentar o vender la tierra se abrió una puerta para la posibilidad de la creación de grandes superficies que pudieran aprovechar de las ventajas de la economía de escala. Hoy en día existen sembradíos altamente mecanizadas en los estados del noroeste (principalmente en Sinaloa, considerado el granero de México). Sin embargo, la “modernización” de los ejidos aún se ha llevado a cabo de manera muy lenta en los estados del centro y del sur, donde se necesita mayor ayuda económica para la compra de maquinaria.

Cuando se institucionalizó la intervención del gobierno en la irrigación, con la creación de la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) en 1926, (antes de la reforma agraria cardenista), la agricultura de riego en México se clasificó en dos grandes sistemas: *la gran irrigación*, constituida por los distritos de riego, y *la pequeña irrigación*, por las unidades de riego. Esta clasificación no se refiere solamente a la diferencia de su tamaño, sino también a las distintas formas de organización alrededor del agua debido, principalmente, a que en los distritos existió la intervención del gobierno federal en su construcción, operación y mantenimiento y, por consecuencia, a la existencia de una “burocracia estatal” que organizó tanto el servicio de riego como a los usuarios, estableciéndose una fuerte relación en el desarrollo de la agricultura. Esta diferencia es fundamental con respecto a la pequeña irrigación, porque esta se fue formando con base en el esfuerzo de los usuarios de los mismos sistemas que, durante una primera etapa, correspondió a los sistemas de agua superficial manejados de manera colectiva por ejidatarios y propietarios privados propios, para después agregarse un gran número de unidades conformadas por uno varios usuarios en torno a pozos profundos. La relación de este tipo de agricultores con el gobierno federal se da de distinta manera, pues no depende de un equipo especializado de técnicos, canaleros y administradores para poder tener acceso al agua.

Durante la Segunda Guerra Mundial, el modelo de desarrollo económico de México, basado en las actividades del sector agropecuario, cumplió con la función de satisfacer la demanda de alimentos, el abasto de materias primas, la generación de divisas y la creación de empleos. Los resultados fueron un Producto Interno Bruto (PIB) de la agricultura por encima del crecimiento demográfico, llegándose a hablar del “milagro mexicano”, sobreestimando los beneficios de la agricultura empresarial y la supuesta ineficiencia del ejido señalando que era una forma de tenencia que debía desaparecer considerando que no

era capaz, tanto de realizar explotaciones comerciales con tecnología moderna, como de contribuir sustancialmente al desarrollo agrícola; sin embargo, a partir de la segunda mitad de la década de los sesentas se observa que el PIB del sector disminuye en forma progresiva, afectando consecuentemente el equilibrio de la balanza de pagos a tener que recurrir a la importación de productos agropecuarios para satisfacer la demanda. Al inicio de la década de 1970, el lento crecimiento de la agricultura y la desigual distribución del ingreso entre el campesinado y empresarios, da lugar a un cambio en la política agraria, considerando al *ejido* como un instrumento que podría contribuir a la rehabilitación de la dinámica agrícola orientándola preferentemente a satisfacer la demanda interna de productos agropecuarios. Este cambio se apoya principalmente en tareas de organización y reorganización interna de los ejidos, principalmente en la orientación hacia el *colectivismo*, lo anterior se mantuvo hasta fines de la década de los ochenta.<sup>5</sup>

Hasta la década de 1990 el gobierno estimulaba la producción de granos básicos, principalmente el maíz y los frijoles estableciendo precios fijos y controlando la importación a través de la Compañía Nacional de Subsistencia Popular (CONASUPO). Con la liberalización del comercio, CONASUPO fue eliminada gradualmente a la vez que dos nuevos mecanismos fueron implementados: Procampo y Alianza. Alianza es un sistema de transferencia de ingresos a los campesinos e incentivos para la mecanización y la instalación de sistemas avanzados de riego. Procampo es un subsidio a los campesinos basado en el número de hectáreas de siembra, del cual dependen aproximadamente 3.5 millones de campesinos en el país, es decir, el 64% de todos los agricultores. El subsidio se incrementó considerablemente durante la administración del Presidente Vicente Fox, principalmente para ayudar a los productores de maíz blanco y reducir las importaciones de los Estados Unidos. Este programa fue relativamente exitoso, ya que en el 2004 sólo 15% de todas las importaciones del maíz fueron de maíz blanco (el que se utiliza para consumo humano y el que más se produce en México), mientras que el resto fue de maíz amarillo (el que se utiliza para alimentar ganado que casi no se produce en México)<sup>6</sup>.

La agricultura, como porcentaje del PIB, ha decrecido constantemente, a un nivel similar al de las naciones industrializadas, y juega un papel cada vez menor en la economía. En el

---

<sup>5</sup> Cedeño, S. Roberto. *Tenencia de la Tierra y Desarrollo Rural*

<sup>6</sup> *U.S.-Mexico Corn Trade During the NAFTA Era: New Twists to an Old Story*, by Zanhiser & Coyle, USDA

2006, la agricultura representó tan sólo el 3.9% del PIB<sup>7</sup>, mientras que en 1980 era el 7%<sup>8</sup>, y en 1970 el 25%<sup>9</sup>. Sin embargo, por la estructura de los ejidos, la agricultura aún emplea a un porcentaje alto de la fuerza laboral: 18% en el 2003, la mayoría de los cuales cultivan para subsistencia, mientras que en las naciones industrializadas el porcentaje de fuerza laboral en la agricultura es del 2-5%, la cual es altamente mecanizada.

A pesar de que el maíz es un alimento básico en, no es el producto en el que México tiene ventaja comparativa, sino en la horticultura y en la producción de frutas tropicales y verduras. Durante las negociaciones del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN)<sup>10</sup> se esperaba que a través de la liberalización y la mecanización de la agricultura, dos terceras partes de los productores de maíz se incorporarían de forma natural a la producción de la horticultura y de otros cultivos intensos en mano de obra como las frutas, vegetales, nueces, café y la caña de azúcar, o al sector industrial. Sin embargo, aunque la horticultura ha crecido exponencialmente desde que entró en vigor el TLCAN, no ha absorbido a los trabajadores desplazados de la producción de maíz (que se estima fueron 600,000 en el año 2004)<sup>10</sup>. Incluso, la producción de maíz ha permanecido constante (en 20 millones de toneladas métricas anuales), y no ha decrecido, probablemente como resultado del incremento de los subsidios a los agricultores, o a que los negociadores minimizaron la importancia de una tradición milenaria en México: no sólo se ha cultivado el maíz en México por milenios, sino que éste se originó en su territorio en tiempos prehispánicos. En el 2006, México fue el cuarto productor mundial de maíz del mundo.

La frontera agrícola de riego aumentó en México considerablemente durante el período en el que el Estado centralizó la gestión de los distritos de riego, lo que colocó al país en el lugar número siete a nivel mundial en superficie con infraestructura de riego. El 54% de la superficie bajo riego corresponde a 82 distritos de riego y 46% a poco más de 39 mil unidades de riego. Sin embargo, la superficie real de riego es difícil de especificar porque existen distintos procesos por los que en algunos lugares disminuye, en otros aumenta y en

---

<sup>7</sup> Mexico Country Brief World Bank

<sup>8</sup> Mexico Country Brief World Bank

<sup>9</sup> *NAFTA Revisited: Achievements and Challenges* Institute for International Economics. Hufbauer GC & Schott JJ (2004) Capítulo 5, Agricultura. Desempeño Histórico 1914-2004

<sup>10</sup> *U.S.-Mexico Corn Trade During the NAFTA Era: New Twists to an Old Story*, by Zanhiser & Coyle, USDA

otros, a pesar de que cuentan con infraestructura de riego, la superficie efectivamente regada cada año ha variado.

### **2.1.2. Los Distritos de Riego en México**

Teniendo México más de 6 millones de hectáreas de riego, se reconoce como un país de riego extenso y, según la clasificación administrativa, esa superficie se divide aproximadamente igual en Distritos de Riego (DR) y en Unidades de Riego.(UR) Los 85 DR del país son generalmente grandes si se comparan con las 40,000 UR. En las UR se encuentran los pozos, que son los de mayor número, las derivadotas, los bombeos en ríos y lagos, los manantiales y las pequeñas presas. La productividad económica de las UR es más alta que la de los DR debido a los pozos que permiten un riego personalizado, seguro y con agua de buena calidad, lo cual permite la producción de forraje y de hortalizas de alto valor agregado.

Los DR son áreas agrícolas cuyos programas de producción se apoyan principalmente en el servicio de riego que se proporciona a los terrenos de cultivo mediante las obras de infraestructura hidroagrícola construidas para ese propósito y debido a sus variadas relaciones con los diferentes sectores de la economía regional, extiende su influencia a una amplia zona (CONAGUA, 2001). Su creación, se dio a partir de decretos por parte del poder ejecutivo, en donde se fijaban su extensión, límites y áreas comprendidas dentro de su ámbito. En la mayoría de los casos, los volúmenes de agua que se estimaron en su momento de creación han variado considerablemente debido al aumento en su disponibilidad por obras posteriores a su creación o, en su caso, por la reducción en su disponibilidad debido a la creación de otras zonas de riego y a los crecimientos urbano e industrial.

Los DR son construcciones administrativas que surgieron en una época en la que el gobierno consideraba que predominaban los productores agrícolas tradicionales, ineficientes e incluso, desde un punto de vista económico, poco racionales. (Mollard et al, 2005). En ese momento, predominaba la idea de que la agricultura requería de una supervisión administrativa estricta y una intervención estatal directa.

Es importante considerar que el acceso al agua define un espacio de relación social, porque generalmente los DR son caracterizados por las fuentes de agua de que se abastecen, la producción que se obtiene, la maquinaria de que se dispone, ó el valor de la producción, entre otros parámetros. En la Ley de Aguas Nacionales de 1992, (CONAGUA, 1992), se estableció que *"los Distritos de Riego se integrarán con las áreas comprendidas dentro de su perímetro, las obras de infraestructura hidráulica, las aguas superficiales y del subsuelo destinadas a prestar el servicio de suministro de agua, los vasos de almacenamiento y las instalaciones necesarias para su operación y funcionamiento"*. Un DR es también, el área en la que interactúan los factores agua, suelo, clima, hombre y capital, para facilitar una agricultura tecnificada (CONAGUA, 1990).

Por lo anterior, *"los Distritos de Riego, son un sistema reticular y jerárquico, no solamente porque se expresa físicamente en el conjunto de redes primarias y secundarias para la conducción del agua, sino que estas tienen su correspondencia en el ámbito social. Por su importancia social y económica, el Distrito de Riego define un territorio que se sobrepone a las delimitaciones político-administrativas de los municipios. Colocándolo físicamente en lo local, pero sujeto a las decisiones del centro del país"* (Prado, s/f).

### **2.1.2.1. La transferencia de los Distritos de Riego en México**

Una de las características que por muchas décadas definió al gobierno mexicano, fue su constante intervención en el sector rural, donde no sólo influyó de manera directa en la producción del mismo, sino también en la organización social, con lo que la evolución del campo adquirió un rasgo muy particular.

Debido a la consideración del agua como un recurso estratégico y un bien público, el gobierno siempre asumió la responsabilidad central para su manejo; sin embargo, según el Vicepresidente de Desarrollo Ecológicamente Sostenible del Banco Mundial, Ismail Serageldin, se cometieron cuatro errores fundamentales:

- 1.** Un manejo del agua fragmentado entre los sectores y las instituciones;



2. Una administración centralizada con un pesado aparato burocrático para operar y mantener los sistemas de agua;
3. La no consideración del agua como un bien económico, llevando a un desperdicio del recurso al tener bajas tarifas;
4. La ausencia de una perspectiva relacionando el manejo de la calidad del agua a la salud, al ambiente y al desarrollo económico.

A partir de la crisis de los años ochenta y su permanente agudización durante la década de los noventa, el gobierno reconoce la necesidad de reducir su gasto, por lo que se diseñaron estrategias nacionales orientadas a la desincorporación de las áreas, funciones y actividades consideradas como no rentables.

La administración y manejo del agua es de gran importancia en esa desincorporación estatal, pues de ella depende la industria, los asentamientos humanos y una parte considerable de la agricultura, la cual es significativa por la producción de alimentos.

La transferencia, es considerada como un instrumento del Gobierno Federal encaminado a la modernización del campo, y que plantea que los usuarios se hagan cargo de la administración operación y conservación del DR; tiene su respaldo legal en la nueva Ley de Aguas Nacionales a través de la concesión, la cual es entendida como el acto por el cual se concede a un particular el manejo y explotación de un servicio público o la explotación y aprovechamiento de bienes del dominio del Estado (Fraga, 1971). Para lograr lo anterior, se procedió a realizar la transferencia de los Distritos de riego marcándose dos etapas, (según el Programa para la Transferencia de los Distritos de Riego, 1990):

- La primera consistente en la creación de la Asociación de Usuarios (Asociación Civil), a la cual se le concesiona un volumen de agua y se le transfiere la operación, conservación y administración de las redes secundarias de distribución de agua y drenaje.
- En la segunda, se crea una sociedad de responsabilidad limitada e interés público, formada por todas las asociaciones del Distrito, a la cual se le transfiere la operación,

conservación y administración de la red primaria de canales y drenes, así como maquinaria y equipo.

En regiones donde el recurso es escaso se promueve el cambio de "aguas limpias" utilizadas en la agricultura, por "aguas residuales" de las poblaciones y de la industria. Sin embargo, la calidad del agua utilizada implica una limitación de los cultivos susceptibles de ser realizados. Así, la caracterización del agua de acuerdo a su calidad y el destino asignado privilegia algunos intereses sobre otros.

En los DR por bombeo la transferencia de la infraestructura se da casi inexistente, puesto que los pozos y equipos de extracción de agua son propiedad de los usuarios. En estos distritos, el sentido fundamental de la transferencia es, además de promover y fomentar la participación en la inversión para efficientar el uso del agua y disminuir los subsidios otorgados del gobierno por concepto de operar, conservar y mantener los distritos en particular el del agua y la energía eléctrica- contar con la participación y la corresponsabilidad de los usuarios en la conservación del acuífero que se concesiona, además de reforzar, junto con los usuarios, los sistemas de control del manto, sobre todo, en los acuíferos sobreexplotados.

El programa de transferencia en México avanzó con rapidez, y a más de una década se ha transferido el 98% de la superficie (de 88 distritos de riego) y falta por completar el proceso en cuatro distritos de riego más (CNA, 2004) **(Cuadro 2.1)**.

**Cuadro.2.1** *Distritos de Riego que no han sido totalmente transferidos*

| DR           | Nombre          | Entidad Federativa | Superficie     |               | %         | Usuarios      |
|--------------|-----------------|--------------------|----------------|---------------|-----------|---------------|
|              |                 |                    | Total          | Transferida   |           |               |
| 003          | Tula            | Hidalgo            | 49,511         | 24,892        | 50        | 18,317        |
| 018          | Colonias Yaquis | Sonora             | 22,794         | 19,008        | 83        | 1,710         |
| 019          | Tehuantepec     | Oaxaca             | 43,516         | 30,971        | 71        | 5,464         |
| 100          | Alfajayucan     | Hidalgo            | 30,754         | 24,428        | 79        | 21,425        |
| <b>Total</b> |                 |                    | <b>146,575</b> | <b>99,299</b> | <b>71</b> | <b>46,916</b> |

*Fuente: "Elaboración con datos de Estadísticas del Agua en México", CNA, 2004*

### **2.1.2.2. La política de transferencia de los Distritos de Riego en México.**

A finales de la década de los ochenta y principios de los noventa, México experimentó un conjunto de reformas estructurales como respuesta a las condiciones económicas, políticas y sociales que dominaban. Consolidándose la introducción del país en el proceso globalizador en diferentes sectores productivos. Siendo el sector agropecuario uno de los que sufrió dicha transformación, pues desde 1990 con el *Programa de Modernización para el Campo*, el gobierno mostró los ejes de una política basada en la inversión privada, la apertura comercial, la competitividad, la reestructuración completa de las instituciones del sector y el fortalecimiento de la agricultura de exportación, adoptándose dos estrategias nacionales:

- 1) La integración nacional a la globalización mediante la elaboración y firma del *Tratado de Libre Comercio* con Estados Unidos y Canadá.
- 2) La elaboración de reformas jurídicas orientadas a modificar esencialmente el sector rural.

En 1989, al inicio de la administración del Presidente Carlos Salinas de Gortari, comenzó un período de profundas reformas en el que tuvo que reconsiderarse la política de intervención estatal en los mercados agropecuarios.

Dentro de las reformas que adoptó la nueva política, se crea en 1989 la Comisión Nacional del Agua (CNA), además, en diciembre de 1992 entró en vigor la Ley de Aguas Nacionales (LAN), misma que deroga a la Ley Federal de Aguas que estuvo vigente desde 1972.

La CNA inicia entonces, un proceso descentralizador mediante la transferencia de funciones, programas y recursos, tradicionalmente ejercidos de manera centralizada. Como parte de este proceso se transfiere de manera gradual a las autoridades locales y a los usuarios organizados, la responsabilidad de construir y operar la infraestructura hidráulica (Dourojeanni, *et al*, 2002). Por lo tanto, en materia de riego, se empieza el *Programa de Transferencia de los Distritos de Riego a los Usuarios*. El propósito del programa fue el de emprender un proceso modernizador con la mayor participación de los usuarios en todos los aspectos del manejo del agua.

En el proceso de transferencia de los Distritos de Riego surge el nivel local como elemento de gestión del recurso y se plantea hacer frente al manejo de los recursos hidráulicos del país a través de una "nueva cultura del agua".

### **2.1.2.3. Los Distritos de Riego y el contexto de la transferencia**

Los cambios institucionales y legislativos referentes a la administración del agua, plantearon una redefinición del Estado con respecto al campo, así como también la aparición de nuevos actores sociales. Respecto de los recursos hidráulicos, el planteamiento fue que la ausencia de cobro por volumen y a precios adecuados, generó entre los usuarios un creciente desperdicio de agua. De ahí que los Distritos de Riego se encontraran lejos de alcanzar la autosuficiencia financiera, generando en consecuencia distorsiones y asignaciones ineficientes en el uso del agua.

Los aspectos considerados como prioritarios para hacer una utilización eficiente del agua y que fundamentaron la estrategia de transferencia de los Distritos de Riego, se asocia a los siguientes factores fundamentales:

- a)** La búsqueda de la autosuficiencia financiera de la infraestructura de riego a través de un sistema tarifario.
- b)** Una mayor participación de los usuarios en el manejo de la infraestructura hidráulica.
- c)** Independencia administrativa
- d)** Eficiencia en el uso del agua

Pues el deterioro de los distritos de riego había afectado no solo a los niveles administrativos sino también la producción agrícola.

El proceso consideró la organización de asociaciones de usuarios en los distritos de riego, a los que se les otorga los títulos de concesión para el uso y aprovechamiento de las aguas, así como para el uso de la infraestructura cuya operación y conservación queda a su cargo. Por su parte la CNA conserva la rectoría en el uso del agua.

El manejo del agua en los Distritos de riego define las formas de organización social y los modos de gestión y regulación de un recurso que es definido como escaso.

## **2.2. LA AGRICULTURA DE RIEGO EN LA CUENCA LERMA-CHAPALA**

En la cuenca Lerma-Chapala, dos factores han desempeñado un papel muy importante: su posición central y su ubicación entre las dos mayores ciudades del país (México y Guadalajara). Con existencias más que suficientes de agua y con tierras de calidad, la gran agricultura irrigada data de los primeros tiempos coloniales. Desde entonces, toda la cuenca ha experimentado una dinámica agrícola, industrial, urbana y medioambiental, cuyas potencialidades agrícolas le permitieron adaptarse a las distintas demandas productivas hasta la reforma agraria, cuando se combinaron dos acontecimientos: el surgimiento de un gran número de pequeños productores y la instauración del gran riego administrado por el gobierno. En la actualidad, el papel económico que desempeña la agricultura es menor a pesar de sus potencialidades, debido a su falta de flexibilidad frente a retos sociales y medioambientales que son cada vez más serios.

El sector agrícola a nivel regional se enfrenta a retos comunes, como el ahorro y la redistribución de los derechos de agua, además de tomar en cuenta la importancia que tiene la opinión pública.

### ***2.2.1. La agricultura en el contexto económico, social y medioambiental en la cuenca Lerma-Chapala***

La agricultura de temporal ocupa el 37% de la superficie de la cuenca, le sigue la agricultura de riego con el 20%; el área de pastizal es del 14%; la vegetación forestal no arbórea ocupa el 12%, el bosque y bosque perturbado ocupan el 8% y el 4% respectivamente, los cuerpos de agua ocupan el 3% (incluyendo al lago de Chapala) y otros usos ocupan el 2%. Con base en las estadísticas se puede decir que el crecimiento de la población, la densidad demográfica, la acción de la reforma agraria, el clima semitemplado, el desarrollo de la irrigación y la aparente disponibilidad de agua; dieron lugar a una acelerada expansión de la frontera agropecuaria, especialmente la agrícola, hasta llegar a 3 millones de hectáreas bajo cultivo en el año 2000, que representan más del 50% de la superficie de la cuenca. La superficie habilitada para riego creció aceleradamente desde principios de la década de los cincuenta, estimándose en 1999 que la cuenca disponía de infraestructura para beneficiar cerca de 830,000 hectáreas, de las cuales el 34% se ubica en ocho distritos de riego. La

superficie bajo riego en distritos de riego alcanzó 200,000 ha, y la pequeña irrigación alrededor de 135,000 ha (SEMARNAT, 2001).

La cuenca manifiesta el más elevado índice de uso agropecuario del suelo entre todas las cuencas hidrográficas del país con un 57% de y 14.3% de pastizales. Con el desarrollo urbano y de las comunicaciones terrestres modernas (a lo largo se la misma cuenca y con el Valle de México y la zona Metropolitana de Guadalajara), durante las décadas de los ochenta y noventa se produjo en ella un acelerado desarrollo industrial que llevó a la existencia, en años recientes, de alrededor de 30 mil establecimientos industriales. La demanda de recursos de agua generada por el desarrollo socioeconómico de esta región ha aumentado considerablemente debido a la producción agrícola e industrial, siendo superior a la media nacional. En la cuenca se genera poco más de la tercera parte de la producción industrial nacional de transformación, lo que se traduce en 35 centavos de cada peso de la producción bruta industrial nacional (SEMARNAT, 2001).

El crecimiento desmedido de las demandas de agua superficial en la cuenca, especialmente para riego, originó competencia por el recurso entre las entidades y los distintos sectores de usuarios. Este conflicto se agravó en la década de los ochenta, después de varios años de baja precipitación. Los almacenamientos se vieron afectados y el nivel del lago de Chapala comenzó a descender dramáticamente, hasta alcanzar en 1991 uno de los niveles más bajos del siglo veinte. (CONAGUA, 2002).

En la cuenca Lerma-Chapala, incluyendo las cuencas cerradas, se dispone de infraestructura **(Cuadro 2.2)** para atender con servicio de riego a cerca de 830,000 ha, de las cuales aproximadamente el 66% se localizan en obras de pequeña irrigación y el 34% en los grandes sistemas de riego o DR (Hernández, 2002).

**Cuadro 2.2.** *Infraestructura de Riego en la cuenca Lerma-Chapala*

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Presas almacenadotas | 16     |
| Presas derivadotas   | 35     |
| Plantas de bombeo    | 37     |
| Pozos federales      | 404    |
| Pozos particulares   | 2,183  |
| Canales (km)         | 3,915  |
| Drenes (Km)          | 3,043  |
| Caminos (km)         | 4,277  |
| Tomas granja         | 7,584  |
| Estructuras          | 14,639 |
| Edificios            | 259    |

*Fuente:* Hernández, 2002

Las extracciones de agua para riego en la cuenca ascienden en promedio a 6,142 hm<sup>3</sup> anuales, incluidas las que se hacen en el lago de Chapala. El 50% de este volumen corresponde a aguas superficiales y el 50% restante a aguas subterráneas. Las mayores extracciones para este uso se realizan en los estados de Guanajuato y Michoacán, con más del 90% de la extracción media anual total de aguas superficiales y el 83% de la extracción media anual de aguas subterráneas (Hernández, 2002).

En cuanto a los principales usos y usuarios del agua a lo largo de la Cuenca Lerma-Chapala, **(Cuadro 2.3)** se tienen los siguientes puntos:

1. El uso agrícola es el que más recurso consume seguido por el uso del agua urbano y generación de energía eléctrica.
2. La zona en donde se concentran las actividades agrícolas con mayor consumo de agua es la región del Medio Lerma.
3. La presión social sobre los recursos acuíferos es similar tanto para los de origen superficial como subterráneo

**Cuadro 2.3 .Usos del agua en la Cuenca Lerma Chapala**

| Subcuenca    | Municipal       | Agrícola        | Pecuario      | Industrial    | Energía eléctrica | Total Abastecimiento | Superficial     | Subterráneo     |
|--------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| Alto Lerma   | 562.99          | 877.80          | 60.12         | 117.67        | 551.72            | 2,170.30             | 1,114.01        | 1,056.29        |
| Medio Lerma  | 387.48          | 4,380.40        | 165.95        | 127.19        | 18.51             | 5,079.53             | 2,587.26        | 2,492.27        |
| Bajo Lerma   | 313.73          | 1,348.50        | 87.21         | 32.74         | 0.0               | 1,782.18             | 1,149.67        | 632.51          |
| <b>Total</b> | <b>1,264.20</b> | <b>6,606.70</b> | <b>313.28</b> | <b>277.60</b> | <b>570.23</b>     | <b>9,032.01</b>      | <b>4,850.94</b> | <b>4,181.07</b> |

**Fuente:** Info Lerma, N12, mayo 1998. Boletín del Centro de Información de la Cuenca Lerma-Chapala. <http://136.142.158.105/LASA98/VargasVelazquez.pdf>

Estos datos sobre los usos y distribución del agua entre los diferentes estados, permiten identificar los principales actores usuarios que ejercen presión sobre los recursos acuíferos de la región. En términos de cantidad de usuarios y área beneficiada, los actores *agrícolas* y *urbanos* son los más importantes y deben ser considerados en cualquier política pública.

La importancia de las actividades agrícolas y su impacto económico en la zona han generado diferentes formas de organización social creadas para cuidar los intereses específicos de este grupo en particular. El grado de unión de estos grupos es especialmente alto en la región del Bajío en el estado de Guanajuato, encabezados por el DR 011. Simultáneamente, ésta zona es la que presenta el mayor consumo de agua, tanto superficial como subterránea.

Puede decirse que, de casi toda el agua de origen superficial de la cuenca, el 89% se utiliza para prestar el servicio de riego a las áreas agrícolas establecidas en la cuenca, siguen en importancia las demandas de los usos doméstico con el 6% y pecuario con el 3%. La demanda industrial es mínima. (SEMARNAT, 2001).

De acuerdo a las características del relieve, los suelos, el clima y las posibilidades de riego; se desarrolla una importante producción agrícola durante todo el año. Entre las especies de mayor cultivo destacan el maíz, sorgo, trigo, hortalizas, cebada, alfalfa y cártamo; por otra parte, los cultivos hortícolas y hortofrutícolas sólo cubren alrededor de 17 mil ha, sin embargo, son de gran interés por su alto requerimiento de mano de obra, su eficiencia económica por metro cúbico de agua y su aporte de divisas al país.



La cuenca ha sido sometida a una intensidad de ocupación y uso de suelo. Soporta una carga demográfica y socioeconómica superior a la capacidad de su ecosistema. La intensidad y cobertura de los usos agropecuarios son las más elevadas del país, ya que en la cuenca se ubica una de cada ocho hectáreas de agricultura de riego del propio país y el mismo caso es para las de temporal.

De los municipios vecinos del lago se ha calculado que más del 10% de la población económicamente activa depende en forma directa de las áreas bajo riego, pero la tendencia a la disminución del nivel del agua ha empezado a afectar a esa agricultura de riego (SEMARNAT 2001).

La región presenta un desarrollo socioeconómico muy desigual, porque mientras una parte se caracteriza por un importante desarrollo agrícola e industrial y una intensa actividad agrocomercial y turística, otra parte es una zona de mano de obra de reserva para las grandes ciudades del país o para los campos agrícolas norteamericanos. Según información de la SEMARNAT, en el año 2001, las inversiones se han centrado en dos regiones: por una parte, el distrito de riego número 24 formado por la desecación de 50,000 hectáreas en tiempos de Porfirio Díaz, que convirtió a la zona comprendida entre La Barca, Jalisco y Sahuayo, Michoacán en una desarrollada región agrícola orientada originalmente a la producción de granos básicos y en los últimos tiempos al sorgo, cártamo y garbanzo.

Los intereses de estos grupos marginados y de los agricultores y ganaderos frecuentemente rivalizan: estos últimos están porque prosiga la desecación del lago y los primeros, que se benefician de la pesca, así como otros grupos que se benefician del turismo, están porque se conserve un nivel de captación de agua adecuado.

De esta forma, se presentan problemáticas asociadas a las diversas formas de apropiación de los recursos naturales en la región, propiciadas por los distintos actores: la que hacen los beneficiarios del desarrollo regional, esto es, las industrias, que sobre explotan el recurso acuífero y lo utilizan para deshacerse de sus residuos contaminantes, así como los agricultores que aprovechan las aguas del Lerma, del propio lago o los limos de las partes descubiertas por la desecación y los marginados de este desarrollo regional, esto es los pescadores y campesinos que se ven empujados a sobre explotar los recursos naturales; en

particular el lago para la pesca y los terrenos cerriles adyacentes, propiciando con ello el aceleramiento de los procesos de deforestación, erosión y por ende azolve del vaso lacustre.

Como contraparte, están las comunidades más aisladas y menos desarrolladas de la ribera norte, en donde se practica una agricultura más diversificada y tradicional. Por un lado se cultiva maíz para el autoconsumo y por el otro se cultivan hortaliza en huertos familiares para el comercio; estas actividades económicas se complementan con la pesca y el trabajo asalariado.

### ***2.2.1. Los Distritos de Riego en la cuenca Lerma-Chapala***

El riego en la cuenca Lerma-Chapala se compone de 8 DR y 16,000 UR. La superficie de las UR superó la de los DR después de la perforación de miles de pozos a partir de 1960. Es por eso que la productividad y la eficiencia del agua son mayores en las UR por los canales más cortos y numerosas tuberías instalados alrededor de los pozos. En el **Cuadro 2.4.** se muestra un comparativo, entre el país y la cuenca Lerma-Chapala, de la superficie de los DR y UR.

La infraestructura de los DR data de la fecha de su comienzo. En el momento de la transferencia de gestión, los usuarios reclamaron que el gobierno les dejaba una infraestructura muy deteriorada aún cuando todos los canales seguían en uso.<sup>11</sup> Actualmente, las asociaciones financian la infraestructura con presupuesto propio. La gestión de los DR se regresó a los agricultores, pero en algunos DR, la desigualdad en el acceso al agua no mejora y la desconfianza hacia las élites no ha cambiado, pues en ocasiones actúan como en el pasado y la transferencia de los DR no cambió las costumbres en cuanto al riego.

**Cuadro 2.4. Distritos y Unidades de Riego en México y en la cuenca Lerma-Chapala**

|                              | DR        | UR        |
|------------------------------|-----------|-----------|
| <b>Total México</b>          | 85        | 40,000    |
| Superficie (ha)              | 3,400,000 | 2,800,000 |
| % Superficie                 | 54%       | 46%       |
| Productividad (peso/ha 1994) | 5,245     | 8007      |
| <b>Total Lerma-Chapala</b>   | 8         | 16,000    |
| Superficie (ha)              | 300,000   | 500,000   |
| %Superficie                  | 38%       | 62%       |
| Eficiencia de distribución   | 39%       | 56%       |

*Fuente:* Grandmougin, 2004; Gueguen, 2003; Soquet, 2004. "Los Retos del Agua en la Cuenca Lerma-Chapala"

**Cuadro 2.5. Distritos de Riego localizados en la cuenca Lerma-Chapala**

| DR                            | Nombre             | Entidad Federativa | Superficie (ha) | %          | Usuarios      | %          | *Valor de la producción (miles de \$) | %          |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|------------|---------------|------------|---------------------------------------|------------|
| 011                           | Alto Río Lerma     | Guanajuato         | 112,772         | 33         | 22,676        | 23         | 1,717,820                             | 43         |
| 013                           | Estado de Jalisco  | Jalisco            | 58,858          | 17         | 14,847        | 15         | 557,296                               | 14         |
| 020                           | Morelia            | Michoacán          | 20,665          | 6          | 5,920         | 6          | 360,060                               | 9          |
| 024                           | Ciénega de Chapala | Michoacán          | 45,176          | 13         | 14,881        | 15         | 346,609                               | 8          |
| 033                           | Estado de México   | México             | 18,080          | 5          | 15,964        | 16         | 49,735                                | 1          |
| 061                           | Zamora             | Michoacán          | 17,982          | 5          | 4,168         | 4          | 313,801                               | 8          |
| 085                           | La Begoña          | Guanajuato         | 10,823          | 3          | 2,898         | 3          | 169,494                               | 4          |
| 087                           | Rosario Mezquite   | Michoacán          | 63,144          | 18         | 16,816        | 17         | 517,510                               | 13         |
| <b>Total</b>                  |                    |                    | <b>347,500</b>  | <b>100</b> | <b>98,170</b> | <b>100</b> | <b>4,032,325</b>                      | <b>100</b> |
| <b>Por entidad federativa</b> |                    | Guanajuato (2)     | 123,595         | 36         | 25,574        | 26         | 1,887,314                             | 47         |
|                               |                    | Jalisco (1)        | 58,858          | 17         | 14,847        | 15         | 557,296                               | 14         |
|                               |                    | Michoacán (4)      | 146,967         | 42         | 41,785        | 43         | 1,537,980                             | 38         |
|                               |                    | México (1)         | 18,080          | 5          | 15,964        | 16         | 49,735                                | 1          |
|                               |                    | Querétaro          |                 |            |               |            |                                       |            |

*Fuente:* Elaboración con datos del informe "Estadísticas del Agua en México 2004" Gerencia de Distritos y Unidades de Riego. Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola. Sistema Unificado de Información Básica del Agua (SUIBA).

\*Año agrícola 2001

<sup>11</sup> En general, las tomas de agua estaban en buen estado, exceptuando ciertas presas derivadoras. Algunos DR disponían de canales revestidos totalmente, sobre todo los creados en los años setentas.

**Cuadro 2.6 .Distritos de Riego transferidos en la cuenca Lerma-Chapala**

| DR           | Nombre             | Entidad Federativa | Superficie     |                | %          | Usuarios      |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------|------------|---------------|
|              |                    |                    | Total          | Transferida    |            |               |
| 011          | Alto Río Lerma     | Guanajuato         | 112,772        | 112,772        | 100        | 22,676        |
| 013          | Estado de Jalisco  | Jalisco            | 58,858         | 58,858         | 100        | 14,847        |
| 020          | Morelia            | Michoacán          | 20,665         | 20,665         | 100        | 5,920         |
| 024          | Ciénega de Chapala | Michoacán          | 45,176         | 45,176         | 100        | 14,881        |
| 033          | Estado de México   | México             | 18,080         | 18,080         | 100        | 15,964        |
| 061          | Zamora             | Michoacán          | 17,982         | 17,982         | 100        | 4,168         |
| 085          | La Begoña          | Guanajuato         | 10,823         | 10,823         | 100        | 2,898         |
| 087          | Rosario-Mezquite   | Michoacán          | 63,144         | 63,144         | 100        | 16,816        |
| <b>Total</b> |                    |                    | <b>347,500</b> | <b>347,500</b> | <b>100</b> | <b>98,170</b> |

*Fuente:* "Elaboración con datos de Estadísticas del Agua en México", CNA, 2004

### 3.1. ESTUDIO DE LA DESIGUALDAD

#### 3.1.1. La Desigualdad

La “*desigualdad*” es un término relativo debido a que se contrasta con el de *igualdad*, el cual puede tener más de una definición (Cortés et al, 1983). La *desigualdad* económica es el reflejo de la injusticia existente del reparto de la riqueza. Desde el punto de vista estadístico, una distribución es *desigual* si no coincide con algún criterio anteriormente determinado. La repartición de una variable es *justa* o *injusta* de acuerdo con la repartición teórica que puede resultar de la aplicación de una *norma* en que se expresa el criterio de *equidad* utilizado (Cortés et al, 1983). Este componente “normalizador” que se requiere para poder medir la igualdad y la legitimidad de la misma ante *la justicia distributiva*, se le denomina “*norma democrática*”<sup>12</sup>. Por ejemplo, en las distribuciones de variables económicas como son la producción, los salarios, las rentas, etc.; el interés se enfoca en el conocimiento del reparto equitativo de sus valores. Otro caso similar es cuando se plantea el problema de distribución de la tierra, pues el problema es determinar si es más justo repartirla de acuerdo al número de integrantes de cada familia campesina, que establecer tamaños óptimos de la explotación según el tipo de cultivo, región, calidad de la tierra, etc., o bien cederla a empresarios que produzcan minimizando costos, tanto de mano de obra como industriales.

Cabe señalar que el concepto de *equidad*, a través del cual se juzga la forma como se ha repartido una variable, está influenciado por juicios de valor, por lo que la selección del patrón que se usará para juzgar el grado de desigualdad existente en una distribución, será punto de desacuerdo, ya que se encontrarán involucrados aspectos teóricos, políticos y metodológicos. Pues la manera de valorar la distribución del ingreso por ejemplo, es con

---

<sup>12</sup> La *norma democrática*, es la síntesis de la “moral” en que gira la manera de evaluar la distribución, dado los distintos juicios que sustentan la base de la justicia y comparativo-valorativo para poder medir la desigualdad, por lo que es el normalizador del que parte todo indicador. La *norma democrática* debe ser comparable con los estándares internacionales. Al menos, si no, como un indicador preconcebido o bien, como uno que pueda obtenerse de manera factible con base a

base a una gran carga de juicios de valor; ya que la forma del reparto económico debe estar contemplado desde aspectos de igualdad y justicia, y los juicios de valor son los criterios de los que se parte para poder valorar dicho reparto, los cuales tienen que ver con la democracia, el grado de las necesidades entre los individuos, su condición y naturaleza, etc.

También es importante considerar que existen algunas ideas que casi siempre están muy relacionadas con la de *desigualdad*, (Cortés, et al, 1983) que son: **nivel de la variable**, es decir, su tamaño o monto total (Y) de la variable. La diferencia entre su nivel (que se puede obtener a través de una medida de tendencia central) y su repartición (es decir, el grado de la *desigualdad*) es fundamental porque proporciona elementos clave para interpretar con precisión los resultados que proporcionan las medidas estadísticas. **Cambio en el grado (o nivel) de la concentración**; desde el punto de vista estadístico, tiene que ver con la manera como se reparte el total de una variable entre un conjunto de observaciones o unidades. Es decir, se define en términos de la distribución del monto total (Y) entre las (n) unidades. También se entiende como el *mayor o menor grado de igualdad* en el reparto de total de los valores de la variable. El concepto de *cambio en el nivel de desigualdad*, se refiere a las variaciones que experimentan a través del tiempo los niveles de *concentración* de una variable. Al establecer la medición del nivel de concentración, consiste no sólo en tener una idea de que tan próximo se encuentra el valor calculado, al que representa la situación de concentración máxima o al que simboliza la equidistribución, sino también en disponer de una evidencia que permita sostener si el grado de desigualdad se ha mantenido, aumentado o disminuido en el lapso que considera el estudio. (Cortés et al, 1983)

- **La forma de la desigualdad**; esto es, llegar a conocer quienes han sido los perjudicados y quienes los beneficiados por la distribución a través del tiempo, tanto en términos absolutos como relativos.

### **3.1.2. La medición estadística de la desigualdad**

En la bibliografía que aborda el análisis de la distribución del excedente de la economía, se han propuesto diferentes medidas que pretenden sintetizar esta variable, con el objeto de

---

como se presenta la información en distintas esferas como es la estatal, la nacional y la internacional. (Rionda Ramírez J.I.

efectuar comparaciones intertemporales y entre países, a la vez permitir asignar un valor absoluto a la *desigualdad* y obtener conclusiones sobre el nivel de concentración del ingreso en una población determinada. (Medina, 2001)

Anteriormente se examinaron algunas ideas referentes a la noción de *desigualdad*, ahora el interés es calcular un *índice de desigualdad* que resuma la manera como se distribuye una variable en un conjunto de individuos.

Para la medición de la desigualdad, varios investigadores han definido propiedades deseables que deben satisfacer los buenos indicadores utilizados para medir la desigualdad. De esas propiedades, tres son las básicas que razonablemente un índice de desigualdad debe satisfacer (Goerlich, 1998):

1. Debe ser **independiente de la escala**, es decir, el índice debe permanecer inalterado si la renta de cada individuo en la población (o la renta *per cápita* de cada agrupación) se ve alterada en la misma proporción. *Homogeneidad de grado cero en rentas*. Bajo esta propiedad el índice es insensible al nivel de renta medio, lo que implica que la desigualdad es considerada como un problema relativo
2. Debe ser **independiente del tamaño de la población**, es decir el índice debe permanecer inalterado si el número de individuos en cada nivel de renta se ve alterado en la misma proporción. *Homogeneidad de grado cero en población*. Con esta propiedad el índice depende sólo de las frecuencias de población relativas en cada nivel de renta, no de las frecuencias de población absolutas.
3. Debe satisfacer el **principio de las transferencias de Pigou-Dalton**, esto es que cualquier transferencia de un individuo rico a uno más pobre debe disminuir el grado de desigualdad, y se les conoce como transferencias progresivas. Aquellas que agravan la desigualdad, deben incrementar el numerario y se denotan como regresivas.

### 3.2. CURVA DE CONCENTRACIÓN O CURVA DE LORENZ

En el estudio de la desigualdad se encuentran diversos métodos para representar la forma en que se distribuye una variable (como el ingreso o la riqueza) entre los diferentes grupos de individuos en una sociedad, como son los diagramas de dispersión, los indicadores de desigualdad y los **ordenamientos de la información**. En la literatura se señalan por lo menos cuatro posibles alternativas para generar ordenamientos de datos<sup>13</sup>, pero la forma gráfica más frecuente de representar la desigualdad es a través de la Curva de Lorenz 14.

La curva de Lorenz representa la proporción acumulada de la variable (**%Y<sub>i</sub>**) en función de las frecuencias acumuladas en porcentaje (**%X<sub>i</sub>**), ordenadas de forma ascendente de acuerdo al valor de la variable. Es decir, si se supone una cierta variable Y con n valores ordenados de menor a mayor (**y<sub>1</sub> ≤ y<sub>2</sub> ≤ y<sub>3</sub> ≤ ... y<sub>i</sub> ... ≤ y<sub>n</sub>**), lo importante es conocer hasta que

punto la suma  $\sum_{i=1}^{i=n} y_i$  está equitativamente repartida entre las **x<sub>i</sub>** (**Figura 3.1**).

Para la construcción de la curva (Figura 1) se considera lo siguiente:

- a) Al trabajar con porcentajes, el gráfico siempre será un cuadrado de lado 100 (en porcentaje, o lado uno) y toma como origen el vértice inferior izquierdo (0,0)
- b) Sobre el eje de las abscisas se sitúan las proporciones acumuladas (%) de frecuencias **x<sub>i</sub>** y sobre el eje de las ordenadas, las **y<sub>i</sub>**.
- c) La diagonal del cuadrado, que une los puntos (0,0) y (100,100), se denomina **recta de equidistribución**<sup>15</sup>.
- d) La poligonal o **curva de concentración o de Lorenz** que une los puntos (**x<sub>i</sub>**, **y<sub>i</sub>**), pasa por los puntos (0,0) y (100,100), y se ubica siempre por debajo de la **recta de equidistribución**.
- e) Se llama **área de concentración**<sup>16</sup> a la superficie comprendida entre la **recta de equidistribución** y la **curva de concentración**.

<sup>13</sup> Estas son: las distribuciones de frecuencias, la Curva de Lorenz, los diagramas de desfile de Pen y la transformación logarítmica.

<sup>14</sup> Esta medida fue propuesta por Max Otto Lorenz en 1905, con el propósito de ilustrar la desigualdad en la distribución de la salud y, desde entonces, su uso se ha popularizado entre los estudiosos de la desigualdad económica.

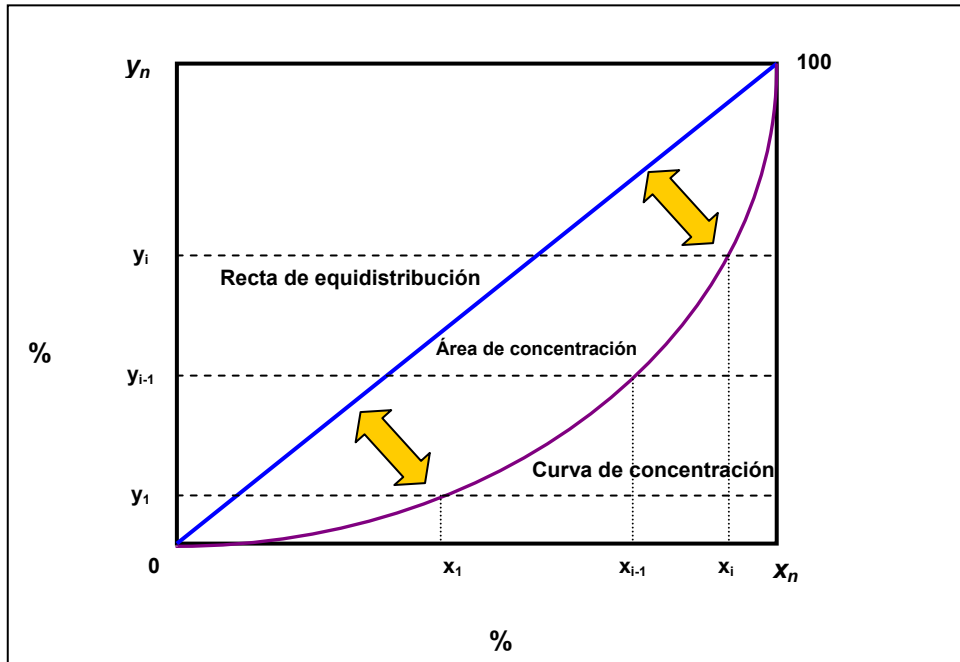
<sup>15</sup> Dicha diagonal corresponde a lo que Lorenz definió como la **línea de equidad perfecta** y denota por ende, ausencia de desigualdad.

<sup>16</sup> A partir de la relación entre el **área de concentración** y la **línea de equidad perfecta**, es posible obtener diversos indicadores que se utilizan para evaluar la concentración de una variable. (Medina, 2001)



La manera de interpretarla es:

- Cuanto más cerca esté de la *curva de concentración* de la diagonal, significa que hay **menor concentración** o más homogeneidad en la distribución.
- Cuanto más se aleje de la diagonal o más se acerque a los ejes, por la parte inferior del cuadrado, hay **mayor concentración**.



**Figura 3.1.** Representación de la Curva de Concentración o Curva de Lorenz

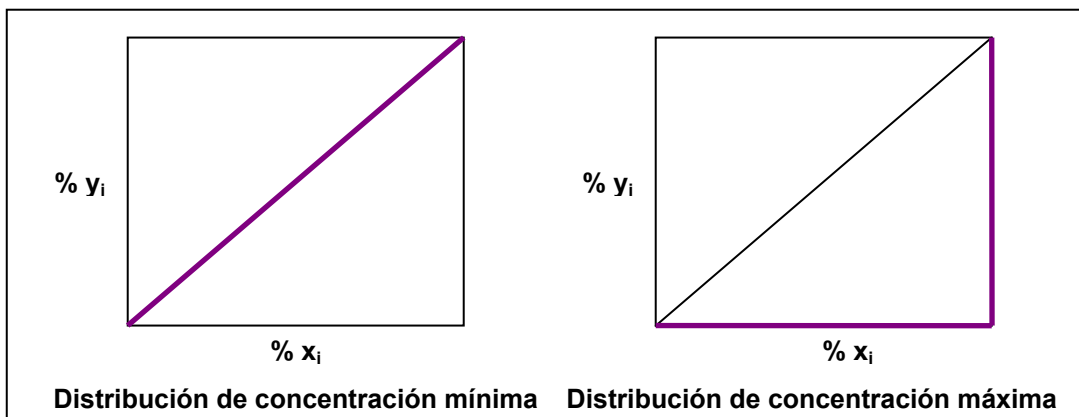
Los casos extremos (**Figura 3.2**) que se pueden presentar en la distribución son:

- 1) **Concentración máxima:** cuando un  $x_i$ , percibe el total y el resto nada.

$$x_1 = x_2 = x_3 = \dots = x_{n-1} = 0 \text{ y } x_n \neq 0 \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, n$$

- 2) **Concentración mínima o equidistribución:** a cada  $x_i$ , le corresponde el mismo  $y_i$ ,

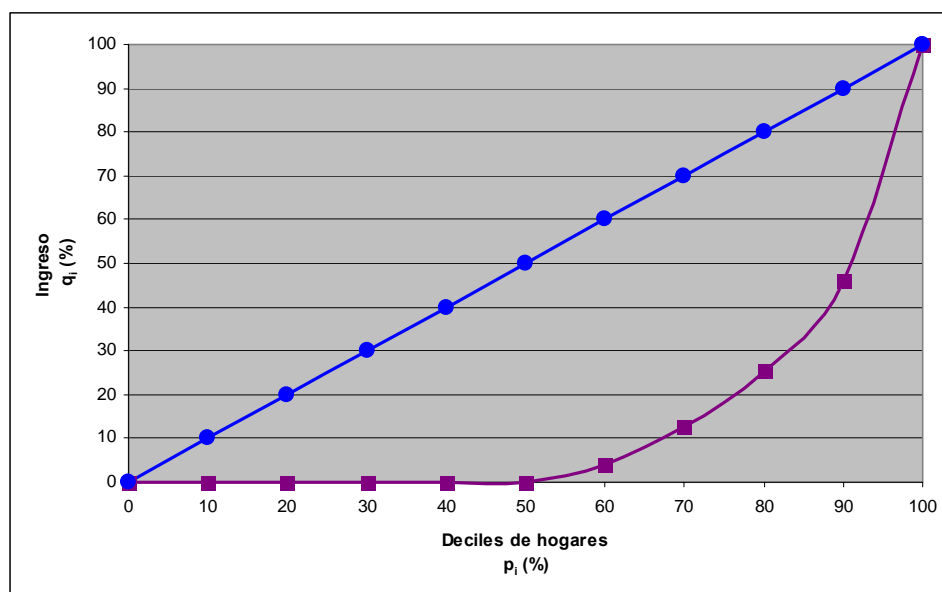
$$x_i = y_i; \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, n$$



**Figura 3.2.** Representación de los casos extremos de la concentración

Como se puede observar, la curva de Lorenz es una gráfica que se utiliza frecuentemente para representar la distribución relativa de una variable en un dominio determinado. En la práctica, el dominio puede ser el conjunto de hogares o personas de una región o país por ejemplo. Se pueden formar grupos de igual tamaño llamados percentiles (quintiles o deciles son las formas más comunes de ordenar a la población). La variable, cuya distribución se estudia, puede ser el ingreso. Utilizando como ejemplo estas variables, la curva se graficaría considerando en el eje horizontal el porcentaje acumulado de personas u hogares (**%P<sub>i</sub>**) del dominio en cuestión y en el eje vertical el porcentaje acumulado del ingreso (**%Q<sub>i</sub>**). **(Figura 3.3)**

Cada punto **(p<sub>i</sub>,q<sub>i</sub>)** de la curva se lee como porcentaje acumulado de los hogares o las personas. La curva parte del origen (0,0) y termina en el punto (100,100). Si el ingreso estuviera distribuido de manera perfectamente equitativa, la curva coincidiría con la diagonal o *recta de equidistribución*, la cual se establece como la *norma democrática* que demuestra un reparto *equitativo* del ingreso entre la población, (por ejemplo el 30% de los hogares o de la población percibe el 30% del ingreso). Si existiera desigualdad perfecta, o sea, si un hogar o persona tuviera todo el ingreso, la curva coincidiría con el eje horizontal hasta el punto (100,0) donde saltaría al punto (100,100). En general la curva se encuentra en una situación intermedia entre estos dos extremos.



**Figura 3.3.** Representación de la distribución del ingreso por deciles de hogares

La comparación gráfica entre distribuciones de distintos dominios geográficos o temporales es el principal empleo de las curvas de Lorenz. Si una curva de Lorenz se encuentra siempre por encima de otra y, por lo tanto, está más cerca de la *recta de equidistribución*, se puede decir sin duda que la primera presenta menor desigualdad que la segunda.

La curva de Lorenz puede indicar cambios en el nivel de bienestar y es sensible a establecer el sentido de las transferencias (*principio de las transferencias de Pigou-Dalton*).

### **3.2.1. Índices de Concentración basados en la Curva de Lorenz**

Son muchos los análisis que se hacen y los procedimientos metodológicos que se aplican para evaluar el grado de inequidad que existe en una sociedad; así como también son variados los índices, cuyo fundamento está basado en la curva de Lorenz, que tratan de dar una medida de la concentración; sin embargo, existe consenso en que, el indicador que ha tenido mayor aceptación en los trabajos “empíricos”, dado que su construcción se deriva a partir de la curva de Lorenz, es el ***coeficiente de concentración de Gini***.<sup>17</sup> (Medina, 2001)

#### **3.2.1.1. Coeficiente de Gini para medir la concentración**

El **Coeficiente de Gini**<sup>18</sup> es uno de los indicadores sintéticos más utilizados por su facilidad de cálculo e interpretación que normalmente se utiliza para medir la *desigualdad* en los ingresos, pero puede aplicarse a variables que significan un recurso que se distribuye entre unos elementos, como por ejemplo, renta, producción, salarios o para medir cualquier forma de distribución desigual. Es una expresión que trata de evaluar la razón entre las áreas de *concentración* y de *máxima concentración*; es decir, mide si la distribución total del recurso entre los elementos es *equitativa* o no, por lo que será *equitativa* si se reparte de

---

<sup>17</sup> Este índice es una referencia común en los debates sobre el bienestar y la equidad; además, la opinión pública está muy pendiente de su evolución para sancionar el funcionamiento de los gobiernos en materia de desigualdad y sus efectos en el nivel de vida de la población. (Medina, 2001)

<sup>18</sup> **Corrado Gini** (1884-1965). Estadístico, demógrafo y sociólogo italiano; para medir el grado de *equidistribución* de una variable, introdujo el concepto de “**concentración**”, y desarrolló el coeficiente de Gini, una medida de la desigualdad en los ingresos en una sociedad.

forma equilibrada entre todos los elementos y *no equitativa* cuando unos pocos elementos acumulen la mayor parte del recurso. Por lo tanto, compara las proporciones de recurso repartidas hasta una cantidad ( $Y_i$ ) con las proporciones de individuos ( $X_i$ ) que se reparten el recurso hasta tal cantidad.

El Coeficiente de Gini es un número entre **0** y **1**, en donde **0** se corresponde con la **perfecta igualdad** (todos tienen los mismos ingresos) y **1** se corresponde con la **perfecta desigualdad** (una persona tiene todos los ingresos y todos los demás ninguno). El **índice de Gini** es el **coeficiente de Gini** expresado en *porcentaje*, y es igual al coeficiente de Gini multiplicado por 100 (Medina, 2001).

Este *coeficiente* se presenta e interpreta como una medida que reúne en un solo valor las comparaciones entre los valores de variable que corresponden al universo de pares de observaciones y se diferencia de los demás en la manera como formaliza la *norma democrática*. Pues, en lugar de presentarla a través del promedio, establece la distribución teórica que debería tener la variable si se repartiera por igual entre todas las unidades. En el caso de que la variable esté distribuida equitativamente con respecto a la *norma democrática* la proporción de la variable perteneciente a cada unidad debería ser igual a la proporción que cada observación representa dentro del total (Cortés et al, 1983).

Ahora, desde el punto de vista Geométrico, se define como el razón del área entre la *curva de concentración* o de Lorenz y la *recta de equidistribución* entre el área del triángulo  $OAB$ , que es igual a  $\frac{1}{2}$ ; por lo tanto el coeficiente es equivalente a dos veces el área comprendida entre la *curva de concentración* y la *recta de equidistribución* (Goerlich, 1998). Otra interpretación sería que el *coeficiente de Gini* se calcula como un ratio de las áreas en el diagrama de la curva de Lorenz. Si el área entre la *recta de equidistribución* y la *curva de Lorenz* es **a**, y el área por debajo de la *curva de Lorenz* es **b**, entonces el *coeficiente de Gini* es  $a/(a+b)$ . En la **Figura 3.4** se pueden observar ambas definiciones.

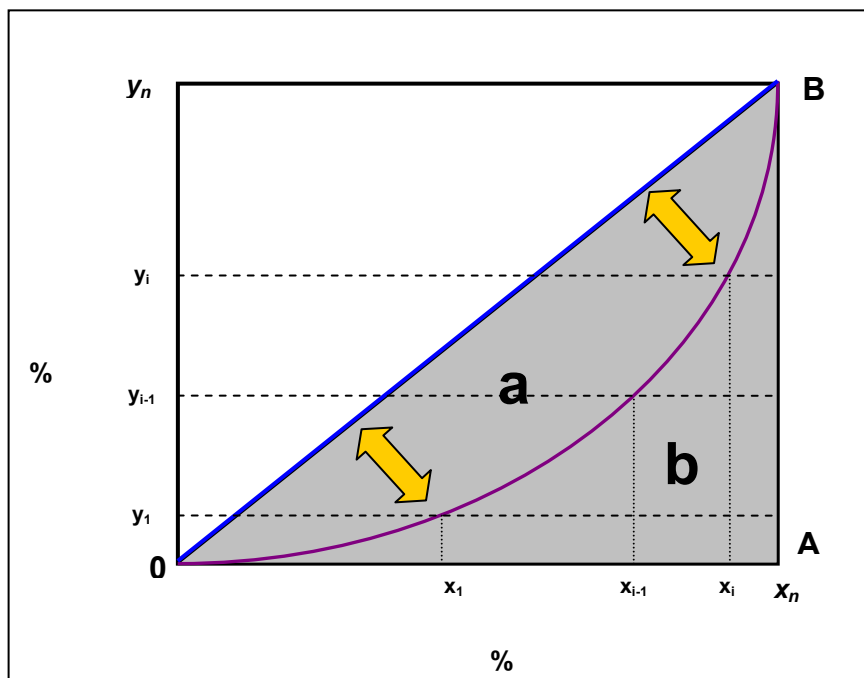


Figura 3.4. Representación geométrica del coeficiente de Gini

Para la expresión matemática que define al *coeficiente de Gini (CG)*, se supone nuevamente una cierta variable **Y** a distribuir, con **n** valores y la población bajo estudio **X**. Conforme esto, se tiene que (Medina, 2001):

- **Para datos desagregados.**

1. Se ordenan los **n** valores en forma creciente respecto al valor de **Y**, ( $y_1 \leq y_2 \leq y_3 \leq \dots y_i \dots \leq y_n$ )
2. Debe construirse la distribución de frecuencias relativas simple ( $x_i$ ) y acumulada ( $X_i$ ) de la población en estudio, así como también de la variable a distribuir ( $y_i$ ) e ( $Y_i$ ) respectivamente.<sup>19</sup>
3. De acuerdo a lo anterior, el **CG** se basa en la suma de las diferencias ( $P_i - Y_i$ ); esta expresión, con el propósito de estandarizar su recorrido al intervalo **(0,1)**, se divide entre  $\sum_{i=1}^{n-1} P_i$ , dando lugar a una de las fórmulas que comúnmente se utiliza para calcular el **CG** (Medina, 2001), que es:

<sup>19</sup> Nótese que debido al ordenamiento de los datos, se cumple que  $Y_i \leq Y_{i+1}$

$$CG = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (X_i - Y_i)}{\sum_{i=1}^{n-1} X_i}$$

Donde:

$n$  = número de valores

$X_i$  = Distribución de frecuencias acumulada de la población para el valor  $i$

$Y_i$  = Distribución de frecuencias acumulada de la variable para el valor  $i$

- **Para datos agrupados**

En la práctica es común que el cálculo de los índices desigualdad se efectúe a partir de las observaciones agrupadas, debido a que no resulta práctico comparar conjuntos de datos que puedan llegar a tener tamaños muy distintos. En este sentido, lo normal es que se decida agrupar las observaciones en subconjuntos de igual tamaño de modo que se faciliten tanto los cálculos como las comparaciones entre grupos. Sin embargo, de esta manera se pierde información debido a que los valores individuales de las observaciones serán sustituidos por algún valor que represente al intervalo en que se encuentran agrupados (por ejemplo, la marca de clase), (Medina, 2001).

De acuerdo con lo anterior, el procedimiento a seguir para el cálculo del **CG** para este caso es:

1. Ordenar los  $n$  valores en forma ascendente respecto a la variable (**Y**) en cuestión, esto es,  $(y_1 \leq y_2 \leq y_3 \leq \dots y_i \dots \leq y_n)$
2. Definir los intervalos de igual tamaño (por ejemplo deciles).
3. Construir la distribución de frecuencias relativas, simple y acumulada, de la variable (**Y**) a distribuir (por ejemplo el ingreso), así como de las frecuencias (población que se desea estudiar). Si se elige por la formación de deciles, cada grupo deberá concentrar el 10% de las observaciones. **(Cuadro 3.1)**.

**Cuadro 3.1.** Información necesaria para el cálculo del Coeficiente de Gini

| Decil | % Población<br>( $x_i$ ) | % Variable<br>( $y_i$ ) | % Acumulado ( $X_i$ ) | % Acumulado ( $Y_i$ ) |
|-------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1     | 10                       | $y_1$                   | 10                    | $Y_1=y_1$             |
| 2     | 10                       | $y_2$                   | 20                    | $Y_2=y_1+y_2$         |
| 3     | 10                       | $y_3$                   | 30                    | $Y_3=y_2+y_3$         |
| 4     | 10                       | $y_4$                   | 40                    | $Y_4=y_3+y_4$         |
| 5     | 10                       | $y_5$                   | 50                    | $Y_5=y_4+y_5$         |
| 6     | 10                       | $y_6$                   | 60                    | $Y_6=y_5+y_6$         |
| 7     | 10                       | $y_7$                   | 70                    | $Y_7=y_6+y_7$         |
| 8     | 10                       | $y_8$                   | 80                    | $Y_8=y_7+y_8$         |
| 9     | 10                       | $y_9$                   | 90                    | $Y_9=y_8+y_9$         |
| 10    | 10                       | $y_{10}$                | 100                   | $Y_{10}=y_9+y_{10}$   |

4. Calcular el **CG** para el caso en que se trabaja con datos agrupados, existen varias fórmulas, algunas son:

$$CG = 1 - \sum_{i=1}^n x_i (Y_i + Y_{i-1})$$

$$CG = \frac{1}{10000} \left[ \sum_{i=1}^n (X_i Y_{i+1} - X_{i+1} Y_i) \right]$$

$$CG = 1 - \sum_{i=1}^n (X_{i+1} - X_i)(Y_i + Y_{i+1})$$

Donde:

- $n$  = número de grupos
- $x_i$  = la proporción o porcentaje de las frecuencias o población en el grupo  $i$
- $X_i$  = la proporción acumulada de frecuencias o población en el grupo  $i$
- $Y_i$  = la proporción acumulada de la variable en el grupo  $i$

# CAPÍTULO 4

## APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE GINI EN SEIS DISTRITOS DE RIEGO DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA

### 4.1. ANTECEDENTES

La información que se presenta en este capítulo es representativa de la cuenca Lerma-Chapala ya que, la fuente de donde se obtuvieron los datos estadísticos corresponde a los resultados obtenidos de las “Encuestas de percepción socioambiental a agricultores” que se aplicaron en Noviembre del año 2003, por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), en seis DR, en 10 de sus Módulos, y en seis UR de la cuenca (**Cuadro 4.1**). Con los datos seleccionados, se describen las características sociodemográficas de los agricultores de riego, así como el cálculo del Índice de Gini para la concentración de la tierra y de la producción de determinados cultivos.

**Cuadro 4.1.** DR, UR y Módulos encuestados de la cuenca Lerma-Chapala

| DISTRITOS DE RIEGO |                     | MÓDULOS DE RIEGO |               | UNIDADES DE RIEGO          |
|--------------------|---------------------|------------------|---------------|----------------------------|
| DR 011             | Alto Río Lerma      | Acámbaro         | La Piedad     | Gallinero Álvaro Obregón   |
| DR 013             | Estado de Jalisco   | Salamanca        | Vista Hermosa | Mariano Abasolo            |
| DR 024             | Ciénega de Chapala  | Huanímbaro       | Zamora        | Santa Ifigenia Jalpa Vieja |
| DR 061             | Zamora              | Margen Izquierdo | La barca      | El Tule                    |
| DR 085             | La Begoña           | Comonfort        | Pajacuarán    | Garabatos                  |
| DR 087             | El Rosario Mezquite |                  |               | Cofradía                   |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto “Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala”. IMTA, 2003.

El grupo de investigadores del IMTA que realizó dicho proyecto, determinó que las encuestas se aplicaran a agricultores con riego de agua superficial de las subcuencas media y baja, eligiendo las zonas de riego más importantes y al interior de cada sistema (DR, UR y Módulo), seleccionaron a los encuestados dividiendo la muestra de acuerdo a su ubicación en el canal es decir, al principio o al final del mismo. Otros puntos que cabe mencionar, son: que en el diseño de la muestra respetaron la proporción entre ejidatarios y pequeños propietarios de cada sistema de riego y, se siguió el criterio muestral logrando aplicar 421 encuestas efectivas, las cuales quedaron distribuidas como se muestra en el **Cuadro 4.2.**, y



para los DR únicamente, como lo describe el **Cuadro 4.3.** y en cuanto a los usuarios encuestados por tipo de productor como se muestra en el **Cuadro 4.4.** y en la **Figura 4.1.**

**Cuadro 4.2.** Distribución de las encuestas aplicadas en la cuenca Lerma-Chapala

| DR/UR        | MÓDULO O UR                      | NÚMERO DE ENCUESTAS | MÓDULOS O UR (%) | %    |
|--------------|----------------------------------|---------------------|------------------|------|
| UR           | Gallinero Álvaro Obregón, Gto.   | 9                   | 2.1              | 18.8 |
|              | Mariano Abasolo, Gto.            | 10                  | 2.4              |      |
|              | Santa Ifigenia Jalpa vieja, Gto. | 29                  | 6.9              |      |
|              | El Tule, Jal.                    | 9                   | 2.1              |      |
|              | Garabatos, Jal.                  | 9                   | 2.1              |      |
|              | Cofradía, Mich.                  | 10                  | 2.4              |      |
| DR 011       | Acámbaro                         | 37                  | 8.7              | 26.4 |
|              | Salamanca                        | 40                  | 9.4              |      |
|              | Huanímaro                        | 35                  | 8.2              |      |
| DR 085       | Margen Izquierdo                 | 41                  | 9.6              | 13.2 |
|              | Comonfort                        | 15                  | 3.5              |      |
| DR 087       | La Piedad                        | 36                  | 8.5              | 16.7 |
|              | Vista Hermosa                    | 35                  | 8.2              |      |
| DR 061       | Zamora                           | 34                  | 8.0              | 8.0  |
| DR 024       | Pajacuarán                       | 36                  | 8.5              | 8.5  |
| DR 013       | La Barca                         | 36                  | 8.5              | 8.5  |
| <b>Total</b> |                                  | <b>421</b>          | <b>100.0</b>     |      |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003.

**Cuadro 4.3.** Distribución del número de encuestados por DR en la cuenca Lerma Chapala

| DR                     | N          |
|------------------------|------------|
| 11 Alto Río Lerma      | 113        |
| 13 Estado de Jalisco   | 36         |
| 24 Ciénega de Chapala  | 36         |
| 61 Zamora              | 34         |
| 85 La Begoña           | 55         |
| 87 El Rosario Mezquite | 71         |
| <b>Total</b>           | <b>345</b> |

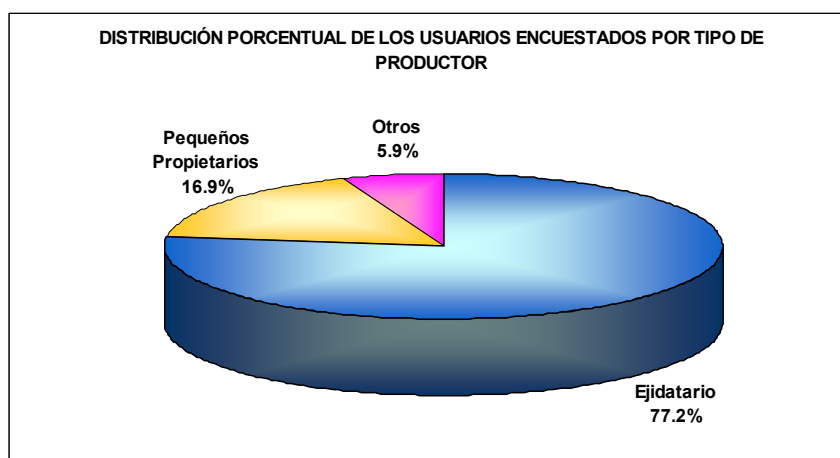
**Fuente:** Proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003.

**Cuadro 4.4.** Distribución de los usuarios encuestados según tipo de productor

| Tipo de Productor     | N          | (%)        |
|-----------------------|------------|------------|
| Ejidatario            | 325        | 77.2       |
| Pequeños Propietarios | 71         | 16.9       |
| Otros                 | 25         | 5.9        |
| <b>Total</b>          | <b>421</b> | <b>100</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

Los encuestados correspondieron a la tendencia que existe en la región con respecto al tipo de acceso a la tierra, ya que un 77.2% fueron ejidatarios, el 16.9% pequeños propietarios y el 5.9% tienen otro tipo de acceso. La propiedad ejidal es la principal y mayoritaria forma de tenencia de la tierra.



**Figura 4.1.** Gráfica de la Distribución porcentual de los usuarios encuestados según tipo de producción

## 4.2. CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y PRODUCTIVAS DE LOS AGRICULTORES DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA

### 4.2.1. Aspectos sociales de los agricultores

Las características sociodemográficas de los agricultores de riego corresponden a sistemas donde el jefe de la unidad de producción no ha envejecido demasiado, sin embargo, es común encontrar productores activos mayores de 70 años, los cuales representan alrededor

del 16.7%<sup>20</sup>, mientras que el mayor porcentaje y el promedio de los agricultores se encuentra en el rango de los 50 a 60 años. Algunos factores que intervienen en lo anterior, son por un lado, la pérdida de la importancia de la actividad agropecuaria para los ingresos familiares y el incremento de la diversidad y, por otro, está asociado con la distribución del trabajo al interior de los hogares, en donde de ser una actividad tradicional con baja rentabilidad económica, el familiar de mayor edad y menor escolaridad, se queda como responsable de la agricultura **(Cuadro 4.5)**.

Cabe mencionar que la edad promedio de los agricultores fue un poco menor a los 60 años, lo que dice que aún existe en la región un número importante de productores activos. Otra característica es que sólo el 6.18% de las mujeres son jefes de familia que se hacen cargo de la producción agrícola, debido a que, entre otras causas, el hombre migra.

**Cuadro 4.5.** Características del jefe de familia encuestado

| Sexo                  | N          | %          | Edad Prom.  | Gdo. Esc.          |
|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------------|
| Hombre                | 395        | 93.82      | 58.9        | 4º primaria        |
| Mujer                 | 26         | 6.18       | 57.5        | 3º primaria        |
| <b>Total/Promedio</b> | <b>421</b> | <b>100</b> | <b>58.2</b> | <b>3º primaria</b> |

*Fuente:* Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

Los resultados muestran también, que un factor que caracteriza a los agricultores que son jefes de familia en los DR y en las UR, es el bajo grado de escolaridad, ya que el 33.81% de ellos no han terminado el nivel básico, el 14.76% son analfabetos y sólo el 18.33% saben leer y escribir **(Cuadro 4.6)**.

**Cuadro 4.6.** Nivel de escolaridad del jefe de familia encuestado

| Grado de escolaridad del jefe de familia de la población encuestada | N   | %     |
|---|-----|-------|
| Analfabeto  | 62  | 14.76 |
| Alfabeto  | 77  | 18.33 |
| Primaria Incompleta   | 142 | 33.81 |
| Primaria Completa   | 80  | 19.05 |
| Secundaria Incompleta   | 9   | 2.14  |

<sup>20</sup> Vargas, et al. "Análisis de la encuesta de percepción a agricultores con riego de agua superficial y construcción de índices" IMTA, 2003

|                                 |            |            |
|---------------------------------|------------|------------|
| Secundaria Completa             | 19         | 4.52       |
| Carrera Téc./Bachillerato Inc.  | 10         | 2.38       |
| Carrera Téc./Bachillerato Comp. | 9          | 2.14       |
| Licenciatura Incompleta         | 5          | 1.19       |
| Licenciatura Completa o más     | 7          | 1.67       |
| <b>Total</b>                    | <b>420</b> | <b>100</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

La mayor proporción de los agricultores jefes de familia, tienen acceso a la tierra como ejidatarios representando el 78%, de los cuales el 74% son hombres y sólo el 4% mujeres. En cuanto a los pequeños propietarios, el 15% son hombres y el 1% mujeres; el resto (6%) tienen otro tipo de tenencia. **(Cuadro 4.7)**. Los jefes de familia que no son responsables de los cultivos, también son en su mayoría ejidatarios (61.9%). Sin embargo, en lo que se refiere a la edad, el promedio de la misma es de 73 años y su grado de escolaridad es hasta segundo grado de primaria, mientras que en el grupo de jefes de familia que si es responsable de los cultivos la edad promedio es de 56 años y su grado promedio de escolaridad es mayor **(Cuadro 4.8)**.

**Cuadro 4.7.** Características sociales del jefe de familia encuestado, según la tenencia de la tierra

| Tipo de Productor   | Jefes de Familia que son responsables de los cultivos |           |           |          |            |            |             | Edad Prom | Grado Esc. |
|---------------------|---|-----------|-----------|----------|------------|------------|-------------|-----------|------------|
|                     | Sexo  |           |           |          |            |            |             |           |            |
|                     | H   | %         | M         | %        | Total      | %          |             |           |            |
| Ejidatario          | 296   | 74.00     | 16        | 4.00     | 312        | 78.00      | 58.2        | 4         |            |
| Pequeño Propietario | 60  | 15.00     | 4         | 1.00     | 64         | 16.00      | 58.7        | 3         |            |
| Otros               | 23  | 5.75      | 1         | 0.25     | 24         | 6.00       | 52.2        | 4         |            |
| <b>Total</b>        | <b>379</b>  | <b>95</b> | <b>21</b> | <b>5</b> | <b>400</b> | <b>100</b> | <b>56.4</b> | <b>4</b>  |            |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

**Cuadro 4.8.** Distribución de los jefes de familia que no son responsables de los cultivos, según tipo de productor

| Tipo de Productor   | Jefes de Familia que no son responsables de los cultivos |            |          |           |           |            |             |            |
|---------------------|--|------------|----------|-----------|-----------|------------|-------------|------------|
|                     | Sexo   |            |          |           |           |            | Edad        | Grado Esc. |
|                     | H  | %          | M        | %         | Total     | %          | Prom        |            |
| Ejidatario          | 9  | 69.23      | 4        | 30.77     | 13        | 61.90      | 68.7        | 2          |
| Pequeño Propietario | 6  | 85.71      | 1        | 4.76      | 7         | 33.33      | 75.0        | 2          |
| Otros               | 1  | 0.26       | 0        | 0.00      | 1         | 4.76       | 75.0        | 2          |
| <b>Total</b>        | <b>16</b>  | <b>155</b> | <b>5</b> | <b>36</b> | <b>21</b> | <b>100</b> | <b>72.9</b> | <b>2</b>   |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

En la estructura de los hogares de los agricultores en los DR, se encuentra que el tamaño de las familias, en general, se encuentra en el rango de uno a cinco integrantes; sin embargo, en el DR 011, DR 085 y DR 087 se observa un porcentaje considerable para el rango de seis a diez integrantes en la familia, 40%, 43.6% y 29.5% respectivamente, **(Cuadro 4.9)**. El número personas que dependen económicamente del jefe de familia agricultor, (incluido él), también se concentran en el rango de una a cinco personas, las cuales no necesariamente viven en el mismo hogar **(Cuadro 4.10)**. La edad de los dependientes económicos se establece en dos grupos vulnerables, que son los menores de 12 años y los mayores de 60 años, ya que se entiende que no participan fuertemente en la economía familiar **(Cuadro 4.11)**.

**Cuadro 4.9.** Distribución porcentual del número de personas que viven en casa del jefe de familia por DR

| Tamaño de los hogares/Rangos (personas) | DR 011     |            | DR 013    |            | DR 024    |            | DR 061    |            | DR 085    |            | DR 087    |            |
|---|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
|   | N          | %          | N         | %          | N         | %          | N         | %          | N         | %          | N         | %          |
| De 1 a 5                                | 62         | 54.87      | 28        | 77.78      | 30        | 83.33      | 24        | 70.59      | 28        | 50.91      | 48        | 67.61      |
| De 6 a 10                               | 45         | 39.82      | 8         | 22.22      | 6         | 16.67      | 7         | 20.59      | 24        | 43.64      | 21        | 29.58      |
| Más de 11                               | 6          | 5.31       | 0         | 0.00       | 0         | 0.00       | 3         | 8.82       | 3         | 5.45       | 2         | 2.82       |
| <b>Total</b>                            | <b>113</b> | <b>100</b> | <b>36</b> | <b>100</b> | <b>36</b> | <b>100</b> | <b>34</b> | <b>100</b> | <b>55</b> | <b>100</b> | <b>71</b> | <b>100</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

**Cuadro 4.10.** Distribución porcentual del número de personas dependientes económicamente del jefe de familia, (jefe incluido), por DR

| Rangos (personas) | DR 011 |       | DR 013 |       | DR 024 |       | DR 061 |       | DR 085 |       | DR 087 |       | TOTAL |       |
|-------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                   | N      | %     | N      | %     | N      | %     | N      | %     | N      | %     | N      | %     | N     | %     |
| De 1 a 5          | 65     | 57.52 | 30     | 83.33 | 30     | 83.33 | 26     | 76.47 | 36     | 65.45 | 49     | 69.01 | 236   | 68.41 |
| De 6 a 10         | 42     | 37.17 | 6      | 16.67 | 6      | 16.67 | 7      | 20.59 | 18     | 32.73 | 22     | 30.99 | 101   | 29.28 |

|              |            |            |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |            |            |
|--------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| Más de 11    | 6          | 5.31       | 0         | 0.00       | 0         | 0.00       | 1         | 2.94       | 1         | 1.82       | 0         | 0.00       | 8          | 2.32       |
| <b>Total</b> | <b>113</b> | <b>100</b> | <b>36</b> | <b>100</b> | <b>36</b> | <b>100</b> | <b>34</b> | <b>100</b> | <b>55</b> | <b>100</b> | <b>71</b> | <b>100</b> | <b>345</b> | <b>100</b> |

*Fuente:* Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

**Cuadro 4.11.** Distribución porcentual del número de familiares dependientes por grupo de edad y DR en la cuenca Lerma -Chapala

| Familiares dependientes | DR 011     |            | DR 013    |            | DR 024    |            | DR 061    |            | DR 85     |            | DR 87      |            | TOTAL      |            |
|-------------------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                         | N          | %          | N         | %          | N         | %          | N         | %          | N         | %          | N          | %          | N          | %          |
| Menores de 12 años      | 100        | 53.19      | 23        | 46.94      | 15        | 26.79      | 31        | 52.54      | 52        | 56.52      | 59         | 51.30      | 280        | 50.09      |
| Mayores de 60 años      | 88         | 46.81      | 26        | 53.06      | 41        | 73.21      | 28        | 47.46      | 40        | 43.48      | 56         | 48.70      | 279        | 49.91      |
| <b>Total</b>            | <b>188</b> | <b>100</b> | <b>49</b> | <b>100</b> | <b>56</b> | <b>100</b> | <b>59</b> | <b>100</b> | <b>92</b> | <b>100</b> | <b>115</b> | <b>100</b> | <b>559</b> | <b>100</b> |

*Fuente:* Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

Según los resultados, en los DR el número de personas que aportan a la economía familiar es variable; sin embargo, se observa en el **Cuadro 4.12** que en la mayoría de los casos, la contribución al ingreso se concentra en el rango de una a cinco personas, con el 97.1% para el total de los encuestados, principalmente en el DR 061 donde el 100% de la contribución se encuentra en ese rango y en el DR 087 con el 98.6%, le siguen el DR 024 con el 97.2%, el DR 011 con un 96.4%, el DR 085 con el 96.3% y el DR 013 con un 94.4%.

**Cuadro 4.12.** Distribución porcentual del número de personas que aportan ingresos a la familia por DR en la cuenca Lerma-Chapala

| Rangos (personas) | DR 011     |            | DR 013    |            | DR 24     |            | DR 61     |            | DR 85     |            | DR 87     |            | TOTAL      |            |
|-------------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|
|                   | N          | %          | N         | %          | N         | %          | N         | %          | N         | %          | N         | %          | N          | %          |
| De 1 a 5          | 109        | 96.46      | 34        | 94.44      | 35        | 97.22      | 34        | 100.00     | 53        | 96.36      | 70        | 98.59      | 335        | 97.10      |
| De 6 a 10         | 4          | 3.54       | 2         | 5.56       | 1         | 2.78       | 0         | 0.00       | 2         | 3.64       | 1         | 1.41       | 10         | 2.90       |
| Más de 11         | 0          | 0.00       | 0         | 0.00       | 0         | 0.00       | 0         | 0.00       | 0         | 0.00       | 0         | 0.00       | 0          | 0.00       |
| <b>Total</b>      | <b>113</b> | <b>100</b> | <b>36</b> | <b>100</b> | <b>36</b> | <b>100</b> | <b>34</b> | <b>100</b> | <b>55</b> | <b>100</b> | <b>71</b> | <b>100</b> | <b>345</b> | <b>100</b> |

*Fuente:* Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

#### 4.2.2. Aspectos Económicos de los agricultores

En los DR, si bien la agricultura es la principal fuente de ingresos de los usuarios de riego, las personas también expresaron contar con una o dos fuentes de ingresos adicionales. Las fuentes de ingreso adicionales más importantes fueron: en primer lugar se encuentran las remesas de los migrantes a EEUU, (23.48%); en segundo lugar se encuentran los recursos obtenidos por tener algún negocio o dedicarse al comercio, (16.23%); en tercer lugar están

los que tienen ingresos como jornaleros, ya sean temporales o permanentes, (17.68% la suma de ambos); y por último, en cuarto lugar están los que tienen ingresos como empleados con el 9.28% de los encuestados. **(Cuadro 4.13)**

**Cuadro 4.13.** Distribución porcentual de las fuentes de ingreso por cada DR en la cuenca Lerma-Chapala

| Total de encuestados                 | DR 011    |            | DR 013    |            | DR 024    |            | DR 061    |            | DR 085    |            | DR 087    |            | Total      |            |
|--------------------------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|
|                                      | 113       |            | 36        |            | 36        |            | 34        |            | 55        |            | 71        |            | 345        |            |
| Fuentes de ingreso                   | N         | %          | N         | %          | N         | %          | N         | %          | N         | %          | N         | %          | N          | %          |
| Jornaleros Temporales                | 19        | 16.81%     | 4         | 11.11%     | 4         | 11.11%     | 7         | 20.59%     | 4         | 7.27%      | 8         | 11.27%     | 46         | 13.33%     |
| Jornaleros Permanentes               | 10        | 8.85%      | 1         | 2.78%      | 0         | 0.00%      | 0         | 0.00%      | 2         | 3.64%      | 2         | 2.82%      | 15         | 4.35%      |
| Empleados                            | 10        | 8.85%      | 1         | 2.78%      | 4         | 11.11%     | 3         | 8.82%      | 9         | 16.36%     | 5         | 7.04%      | 32         | 9.28%      |
| Migrantes EEUU                       | 29        | 25.66%     | 10        | 27.78%     | 11        | 30.56%     | 7         | 20.59%     | 11        | 20.00%     | 13        | 18.31%     | 81         | 23.48%     |
| Migrantes interior de la República   | 2         | 1.77%      | 0         | 0.00%      | 1         | 2.78%      | 1         | 2.94%      | 3         | 5.45%      | 2         | 2.82%      | 9          | 2.61%      |
| Pensionados/Jubilados                | 3         | 2.65%      | 1         | 2.78%      | 0         | 0.00%      | 1         | 2.94%      | 2         | 3.64%      | 0         | 0.00%      | 7          | 2.03%      |
| Arrendador (tierras, casas, locales) | 5         | 4.42%      | 0         | 0.00%      | 1         | 2.78%      | 0         | 0.00%      | 1         | 1.82%      | 1         | 1.41%      | 8          | 2.32%      |
| Negocio/Comercio                     | 12        | 10.62%     | 7         | 19.44%     | 5         | 13.89%     | 4         | 11.76%     | 13        | 23.64%     | 15        | 21.13%     | 56         | 16.23%     |
| Otros                                | 3         | 2.65%      | 2         | 5.56%      | 1         | 2.78%      | 1         | 2.94%      | 0         | 0.00%      | 0         | 0.00%      | 7          | 2.03%      |
| <b>Total</b>                         | <b>93</b> | <b>82%</b> | <b>26</b> | <b>72%</b> | <b>27</b> | <b>75%</b> | <b>24</b> | <b>71%</b> | <b>45</b> | <b>82%</b> | <b>46</b> | <b>65%</b> | <b>261</b> | <b>76%</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

Si se ven los datos anteriores por cada DR se encuentra que, en general, las cuatro fuentes de ingreso mencionadas se mantienen como las más importantes. Principalmente las remesas que envían los migrantes a los EEUU, pues se constituye como la fuente alterna de ingresos más importante en casi todos los DR, con excepción del DR 085 y del DR 087 donde los negocios y comercios ocupan el primer lugar. Por otro lado, cabe mencionar la poca importancia que tiene la renta de propiedades así como la percepción de pensiones como fuentes de ingresos en los DR.

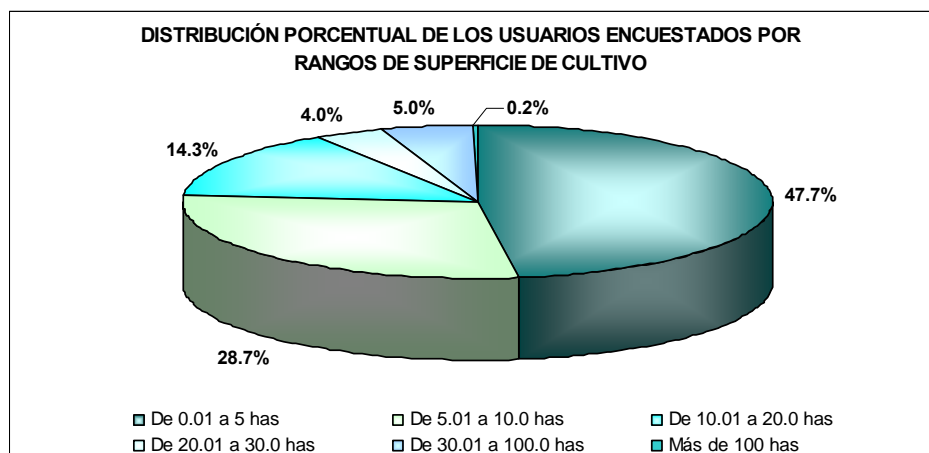
### 4.2.3. Distribución de la superficie de cultivo y tenencia de la tierra

Con respecto al área de cultivo, esta es variable y se muestra una tendencia hacia la concentración de la superficie de menos de 10 hectáreas. El **Cuadro 4.14** indica que, en general, los productores cuentan con 5 hectáreas o menos de labor, el 49% de los ejidatarios y el 54% de los pequeños propietarios están en ese rango de superficie; y en total, menos de la mitad de los productores (el 48%) tienen 5 hectáreas o menos en producción, mientras que el 29% tienen unidades de hasta 10 hectáreas, finalmente el porcentaje de agricultores con más de 10 hectáreas y menos de 100, es del 23%. (**Figura 4.2**)

**Cuadro 4.14** Distribución de los usuarios encuestados, en los seis DR de la cuenca Lerma-Chapala, por tipo de productor (tenencia de la tierra) y rangos de superficie

| Superficie de cultivo (has) | Ejidatarios<br>325 | Pequeños Propietarios<br>71 | Otros<br>25 | Total<br>421 |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------|--------------|
| De 0 a 5 has                | 49%                | 54%                         | 16%         | 48%          |
| De 5.01 a 10.0 has          | 33%                | 15%                         | 16%         | 29%          |
| De 10.01 a 20.0 has         | 13%                | 15%                         | 24%         | 14%          |
| De 20.01 a 30.0 has         | 2%                 | 7%                          | 28%         | 4%           |
| De 30.01 a 100.0 has        | 4%                 | 7%                          | 16%         | 5%           |
| Más de 100 has              | 0%                 | 1%                          | 0%          | 0%           |
| <b>Total</b>                | <b>100%</b>        | <b>100%</b>                 | <b>100%</b> | <b>100%</b>  |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003



**Figura 4.2.** Gráfica de la Distribución porcentual de los usuarios encuestados según rangos de superficie de cultivo.



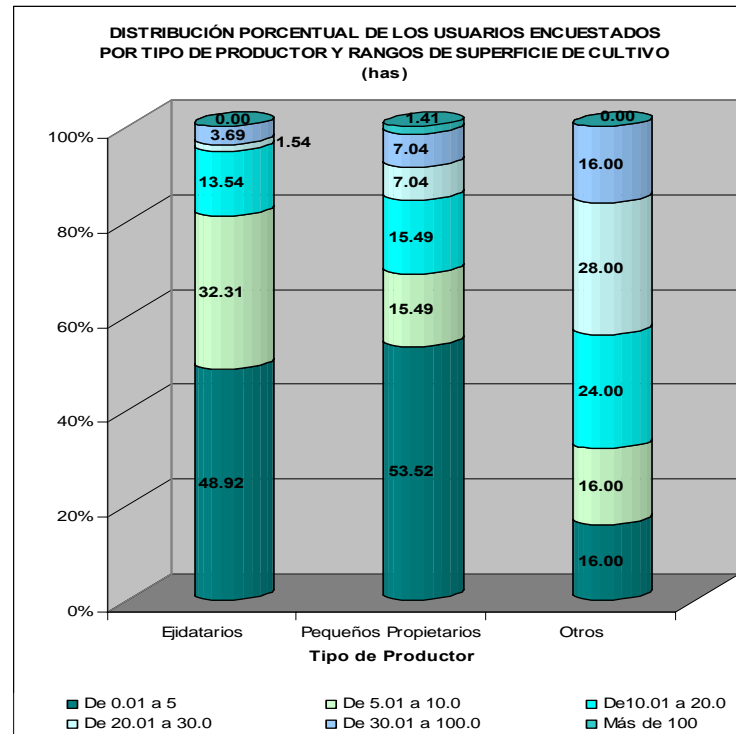
En el **Cuadro 4.15** se muestra de manera más detallada la distribución de la superficie de cultivo por tipo de tenencia, y se tiene que en el rango de 5 hectáreas o menos suman 666.5 hectáreas, lo que representa el 16.6% de la superficie total; en el rango de 10 hectáreas o menos se tienen 885.8 hectáreas de cultivo que es el 22.08%; de 20 hectáreas o menos son 858.86 hectáreas, lo que es el 21.4%; de 30 hectáreas o menos se tienen 442.52 hectáreas que es el 11.03%; en el rango de 100 hectáreas o menos, suma la mayor superficie con 1,027.50 hectáreas lo que representa el 25.62%; y finalmente, el 3.24% es para las superficies con más de 100 hectáreas de cultivo. En la **Figura 4.3** se puede ver con más claridad como se distribuye la superficie de cultivo de acuerdo a los rangos establecidos y al tipo de productor, y se reafirma la concentración de superficies de menos de 5 hectáreas.

Viendo los datos de la distribución de la superficie de cultivo por DR, (en el **Cuadro 4.16** y su continuación), se encuentra que los DR que tienen mayor problema de minifundismo son el DR 061 “Zamora” y el DR 085 “La Begoña”, con el 61.7% y el 63.6% respectivamente de parcelas de 5 hectáreas o menos; esto se repite, aunque en menor medida en los DR 011 “Alto Río Lerma” y el CR 024 “Ciénega de Chapala” donde más de la mitad de los usuarios están también dentro de ese rango. En cambio, en el DR 087 “El Rosario Mezquite” es donde se observa una mayor concentración de tierras, ahí el 40.8% de los usuarios tienen superficies de cultivo desde 10 hasta 100 hectáreas.

**Cuadro 4.15.** Distribución de los usuarios encuestados, por tipo de de productor (tenencia de la tierra) y rangos de superficie

| Superficie De cultivo (has) | Ejidatarios     |            |            |            | Pequeños Propietarios |            |           |            | Otros         |            |           |            | Total           |               |            |               |
|-----------------------------|-----------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|-----------|------------|---------------|------------|-----------|------------|-----------------|---------------|------------|---------------|
|                             | (has)           | (%)        | N          | (%)        | (has)                 | (%)        | N         | (%)        | (has)         | (%)        | N         | (%)        | (has)           | (%)           | N          | (%)           |
| De 0 a 5                    | 553.39          | 21.34      | 159        | 48.92      | 100.08                | 11.37      | 38        | 53.52      | 13.07         | 2.43       | 4         | 16.00      | 666.54          | 16.62         | 201        | 47.74         |
| De 5.01 a 10.0              | 782.11          | 30.16      | 105        | 32.31      | 71.39                 | 8.11       | 11        | 15.49      | 32.30         | 6.01       | 4         | 16.00      | 885.80          | 22.08         | 120        | 28.50         |
| De10.01 a 20.0              | 602.21          | 23.22      | 44         | 13.54      | 169.75                | 19.28      | 11        | 15.49      | 86.90         | 16.16      | 6         | 24.00      | 858.86          | 21.41         | 61         | 14.49         |
| De 20.01 a 30.0             | 128.79          | 4.97       | 5          | 1.54       | 129.23                | 14.68      | 5         | 7.04       | 184.50        | 34.31      | 7         | 28.00      | 442.52          | 11.03         | 17         | 4.04          |
| De 30.01 a 100.0            | 526.50          | 20.30      | 12         | 3.69       | 280.00                | 31.80      | 5         | 7.04       | 221.00        | 41.10      | 4         | 16.00      | 1,027.50        | 25.62         | 21         | 4.99          |
| Más de 100                  | 0.00            | 0.00       | 0          | 0.00       | 130.00                | 14.77      | 1         | 1.41       | 0.00          | 0.00       | 0         | 0.00       | 130.00          | 3.24          | 1          | 0.24          |
| <b>Total</b>                | <b>2,593.00</b> | <b>100</b> | <b>325</b> | <b>100</b> | <b>880.45</b>         | <b>100</b> | <b>71</b> | <b>100</b> | <b>537.77</b> | <b>100</b> | <b>25</b> | <b>100</b> | <b>4,011.22</b> | <b>100.00</b> | <b>421</b> | <b>100.00</b> |

Fuente: Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003



**Figura 4.3.** Gráfica de la distribución porcentual de los usuarios encuestados según tipo de producción y rangos de superficie de cultivo

**Cuadro 4.16.** Distribución de la superficie de cultivo por número de usuarios encuestados y por DR

| Superficie de cultivo (has) | DR 011     |            |                 |            | DR 013    |            |               |            | DR 024    |            |               |            |
|-----------------------------|------------|------------|-----------------|------------|-----------|------------|---------------|------------|-----------|------------|---------------|------------|
|                             | N          | (%)        | (has)           | (%)        | N         | (%)        | (has)         | (%)        | N         | (%)        | (has)         | (%)        |
| De 0 a 5                    | 62         | 54.87      | 210.21          | 20.72      | 15        | 41.67      | 44.47         | 13.93      | 18        | 50.00      | 57.25         | 18.45      |
| De 5.01 a 10.0              | 27         | 23.89      | 188.76          | 18.61      | 13        | 36.11      | 104.50        | 32.74      | 10        | 27.78      | 78.54         | 25.31      |
| De 10.01 a 20.0             | 16         | 14.16      | 224.86          | 22.17      | 5         | 13.89      | 70.25         | 22.01      | 4         | 11.11      | 52.50         | 16.92      |
| De 20.01 a 30.0             | 4          | 3.54       | 112.00          | 11.04      | 1         | 2.78       | 25.00         | 7.83       | 3         | 8.33       | 71.00         | 22.88      |
| De 30.01 a 100.0            | 3          | 2.65       | 148.50          | 14.64      | 2         | 5.56       | 75.00         | 23.49      | 1         | 2.78       | 51.00         | 16.44      |
| Más de 100                  | 1          | 0.88       | 130.00          | 12.82      | 0         | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 0         | 0.00       | 0.00          | 0.00       |
| <b>Total</b>                | <b>113</b> | <b>100</b> | <b>1,014.33</b> | <b>100</b> | <b>36</b> | <b>100</b> | <b>319.22</b> | <b>100</b> | <b>36</b> | <b>100</b> | <b>310.29</b> | <b>100</b> |

*Fuente:* Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto “Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala”. IMTA, 2003

**Cuadro 4.16. (Continuación)** Distribución de la superficie de cultivo por número de usuarios encuestados y por DR

| Superficie de cultivo (has) | DR 061    |            |               |            | DR 085    |            |               |            | DR 087    |            |               |            |
|-----------------------------|-----------|------------|---------------|------------|-----------|------------|---------------|------------|-----------|------------|---------------|------------|
|                             | N         | (%)        | (has)         | (%)        | N         | (%)        | (has)         | (%)        | N         | (%)        | (has)         | (%)        |
| De 0 a 5                    | 21        | 61.76      | 71.71         | 19.23      | 35        | 63.64      | 106.75        | 39.13      | 21        | 29.58      | 77.50         | 9.77       |
| De 5.01 a 10.0              | 8         | 23.53      | 61.24         | 16.42      | 17        | 30.91      | 125.06        | 45.84      | 21        | 29.58      | 154.21        | 19.45      |
| De 10.01 a 20.0             | 1         | 2.94       | 11.00         | 2.95       | 3         | 5.45       | 41.00         | 15.03      | 23        | 32.39      | 335.50        | 42.31      |
| De 20.01 a 30.0             | 0         | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 0         | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 2         | 2.82       | 53.79         | 6.78       |
| De 30.01 a 100.0            | 4         | 11.76      | 229.00        | 61.40      | 0         | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 4         | 5.63       | 172.00        | 21.69      |
| Más de 100                  | 0         | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 0         | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 0         | 0.00       | 0.00          | 0.00       |
| <b>Total</b>                | <b>34</b> | <b>100</b> | <b>372.95</b> | <b>100</b> | <b>55</b> | <b>100</b> | <b>272.81</b> | <b>100</b> | <b>71</b> | <b>100</b> | <b>793.00</b> | <b>100</b> |

*Fuente:* Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto “Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala”. IMTA, 2003

En resumen (**Cuadro 4.17**), en los DR el porcentaje de parcelas menores a 10 hectáreas es de 77.7%, mientras que las mayores a 10 hectáreas sólo representan el 22.3%.

**Cuadro 4.17.** Distribución de la superficie de cultivo por número de usuarios y por los seis DR encuestados

| Superficie de cultivo (has) | Total |       |        |       |
|-----------------------------|-------|-------|--------|-------|
|                             | N     | (%)   | (has)  | (%)   |
| De 0 a 5                    | 172   | 49.86 | 567.89 | 18.42 |
| De 5.01 a 10.0              | 96    | 27.83 | 712.31 | 23.11 |

|                  |            |            |                 |            |
|------------------|------------|------------|-----------------|------------|
| De10.01 a 20.0   | 52         | 15.07      | 735.11          | 23.85      |
| De 20.01 a 30.0  | 10         | 2.90       | 261.79          | 8.49       |
| De 30.01 a 100.0 | 14         | 4.06       | 675.50          | 21.91      |
| Más de 100       | 1          | 0.29       | 130.00          | 4.22       |
| <b>Total</b>     | <b>345</b> | <b>100</b> | <b>3,082.60</b> | <b>100</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto “Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala”. IMTA, 2003

#### 4.2.3.1 Formas de cultivo

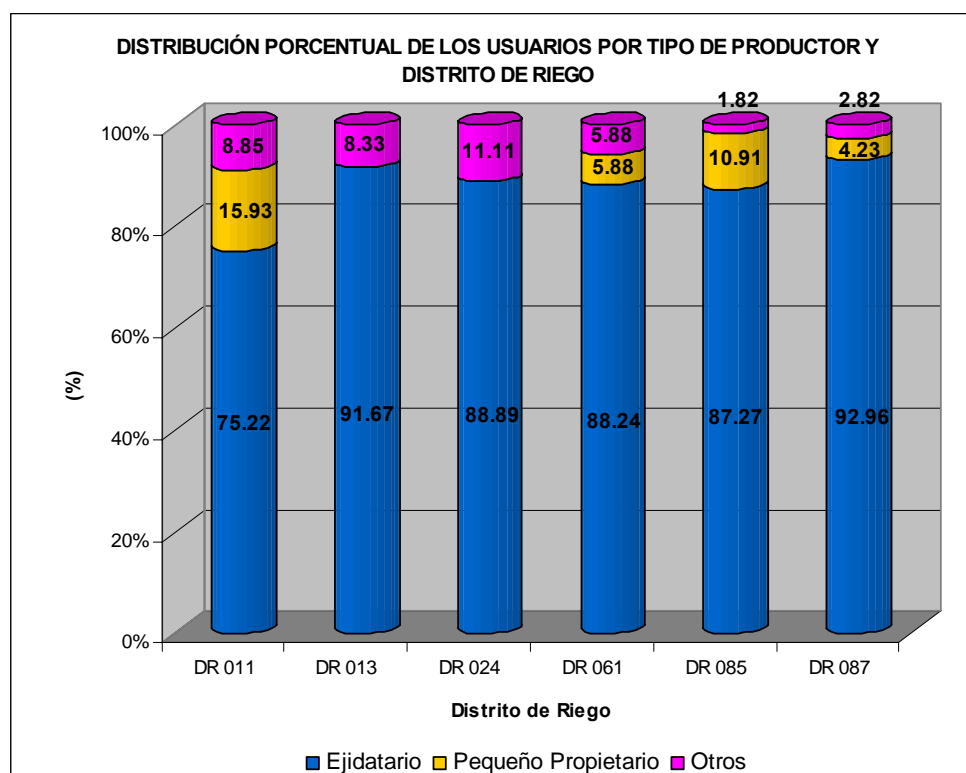
Por otro lado, como se ha mencionado, la principal tenencia de la tierra es ejidal y si se ven los datos por DR se tiene que cada uno en proporción a los usuarios encuestados, tiene un alto porcentaje siendo el más alto el DR 087 con el 92.96% de ejidatarios, le sigue el DR 013 con el 91.67%, el DR 024, DR 061 y DR 085 tienen más del 80% y finalmente el DR 011 el 75.2%. **(Cuadro 4.18), (Figura 4.4)**

En cuanto a las formas de cultivo, en la región se muestra la persistencia en varios lugares de las unidades de producción que utilizan superficies tanto en riego como en temporal, el más representativo entre los usuarios encuestados es el riego; por lo que del total de hectáreas que reportaron (4,011.22 has), el 85% (3,397.38 has) corresponde a superficie bajo riego, el 12% (478.36 has) a Temporal y el 3% (135.48has) es de Agostadero Privado **(Cuadro 4.19), (Figura 4.5)**. Lo anterior también se muestra por DR y se observa que en los seis, un gran número de hectáreas están bajo riego, especialmente en el DR 013 y en el DR 087 con el 92.2% y el 90.5% respectivamente de hectáreas; mientras que en cultivos de temporal, el mayor porcentaje de hectáreas lo tienen el DR 024 (11.7%) y el DR 085 (14.6%) **(Cuadro 4.20), (Figura 4.6)**.

**Cuadro 4.18.** Distribución porcentual de los usuarios encuestados, por tipo de productor y DR

| Tipo de Productor   | DR 011     |            | DR 013    |            | DR 024    |            | DR 061    |               | DR 085    |               | DR 087    |               | Total      |               |
|---------------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|------------|---------------|
|                     | N          | %          | N         | %          | N         | %          | N         | %             | N         | %             | N         | %             | N          | %             |
| Ejidatario          | 85         | 75.22      | 33        | 91.67      | 32        | 88.89      | 30        | 88.24         | 48        | 87.27         | 66        | 92.96         | 294        | 85.22         |
| Pequeño Propietario | 18         | 15.93      | 0         | 0.00       | 0         | 0.00       | 2         | 5.88          | 6         | 10.91         | 3         | 4.23          | 29         | 8.41          |
| Otros               | 10         | 8.85       | 3         | 8.33       | 4         | 11.11      | 2         | 5.88          | 1         | 1.82          | 2         | 2.82          | 22         | 6.38          |
| <b>Total</b>        | <b>113</b> | <b>100</b> | <b>36</b> | <b>100</b> | <b>36</b> | <b>100</b> | <b>34</b> | <b>100.00</b> | <b>55</b> | <b>100.00</b> | <b>71</b> | <b>100.00</b> | <b>345</b> | <b>100.00</b> |

Fuente: Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

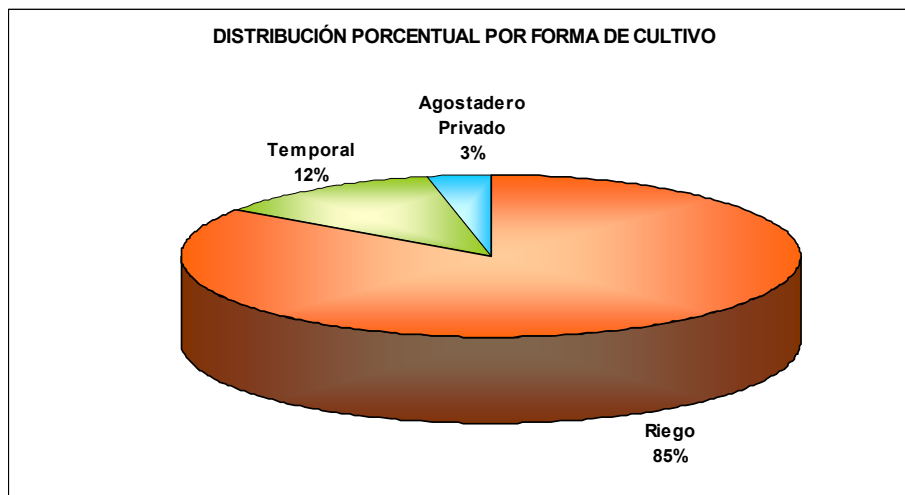


**Figura 4.4.** Gráfica de la distribución porcentual de los usuarios encuestados, según tipo de producción y rangos de superficie de cultivo

**Cuadro 4.19.** Distribución de los usuarios encuestados por tipo de de productor y forma de cultivo, (en proporción al total de has)

| Tipo de Productor   | Riego           |           | Temporal      |           | Agostadero Privado |          | Total           |            |
|---------------------|-----------------|-----------|---------------|-----------|--------------------|----------|-----------------|------------|
|                     | (has)           | %         | (has)         | %         | (has)              | %        | (has)           | %          |
| Ejidatario          | 2,288.10        | 57.04     | 292.65        | 7.30      | 12.25              | 0.305    | 2,593.00        | 64.64      |
| Pequeño Propietario | 708.51          | 17.66     | 88.71         | 2.21      | 83.23              | 2.075    | 880.45          | 21.95      |
| Otros               | 400.77          | 9.99      | 97.00         | 2.42      | 40.00              | 0.997    | 537.77          | 13.41      |
| <b>Total</b>        | <b>3,397.38</b> | <b>85</b> | <b>478.36</b> | <b>12</b> | <b>135.48</b>      | <b>3</b> | <b>4,011.22</b> | <b>100</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto “Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala”. IMTA, 2003



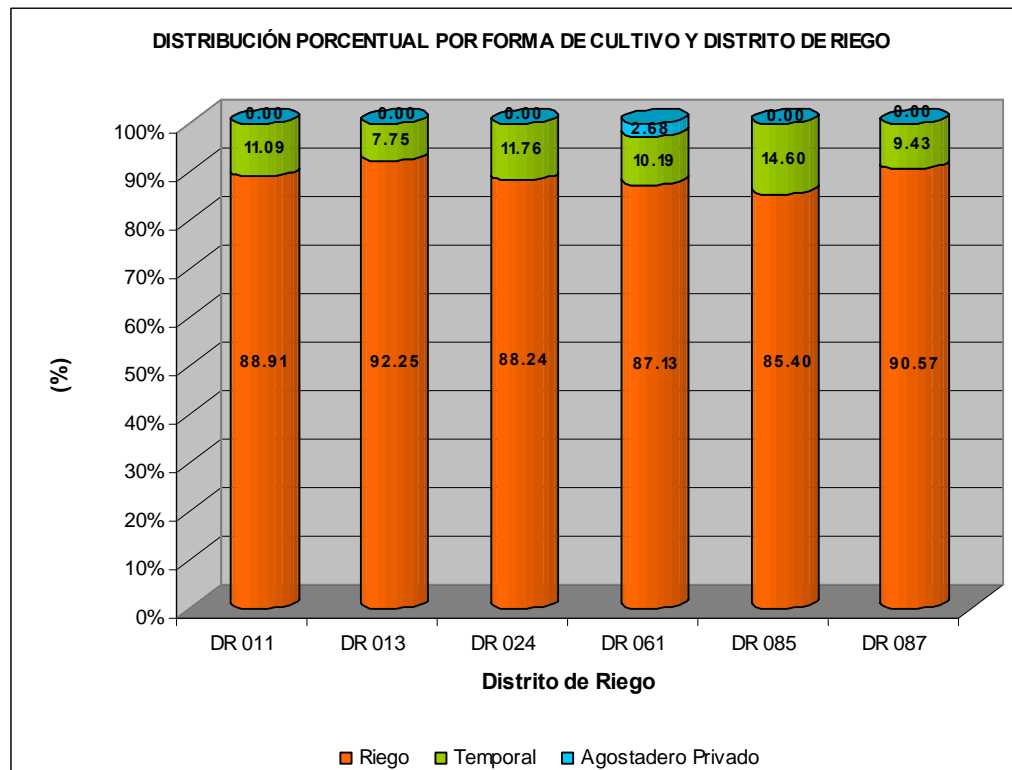
**Figura 4.5.** Gráfica de la distribución porcentual de superficie de cultivo (has) según la forma de cultivo

La distribución de las hectáreas de los usuarios encuestados por tipo de productor y forma de cultivo, (en proporción al total de has de cada forma de cultivo), (**Cuadro 4.21**) presenta que, en cultivos de riego la mayor concentración la tienen los ejidatarios, con un 67.3% de hectáreas mientras que el 20.8% corresponde a los pequeños propietarios y sólo el 11.8% para el resto de los productores. En cuanto a cultivos de temporal, el 61.1% son ejidales, el 18.5% de pequeños productores y el 20.2% para otros productores. En las hectáreas de agostadero los que predominan son los pequeños propietarios, pues representan el 61.4% y ejidatarios y otros productores el 9% y 29.5% respectivamente. (**Figura 4.7**)

**Cuadro 4.20.** Distribución de las hectáreas de los usuarios encuestados según forma de cultivo y por DR

| Forma de Cultivo   | DR 011          |            | DR 013        |            | DR 024        |            | DR 061        |               | DR 085        |               | DR 087        |               | Total           |               |
|--------------------|-----------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|
|                    | (has)           | %          | (has)         | %          | (has)         | %          | (has)         | %             | (has)         | %             | (has)         | %             | (has)           | %             |
| Riego              | 901.81          | 88.91      | 294.47        | 92.25      | 273.79        | 88.24      | 324.95        | 87.13         | 232.97        | 85.40         | 718.25        | 90.57         | 2,746.24        | 89.09         |
| Temporal           | 112.52          | 11.09      | 24.75         | 7.75       | 36.50         | 11.76      | 38.00         | 10.19         | 39.84         | 14.60         | 74.75         | 9.43          | 326.36          | 10.59         |
| Agostadero Privado | 0.00            | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 10.00         | 2.68          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 10.00           | 0.32          |
| <b>Total</b>       | <b>1,014.33</b> | <b>100</b> | <b>319.22</b> | <b>100</b> | <b>310.29</b> | <b>100</b> | <b>372.95</b> | <b>100.00</b> | <b>272.81</b> | <b>100.00</b> | <b>793.00</b> | <b>100.00</b> | <b>3,082.60</b> | <b>100.00</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

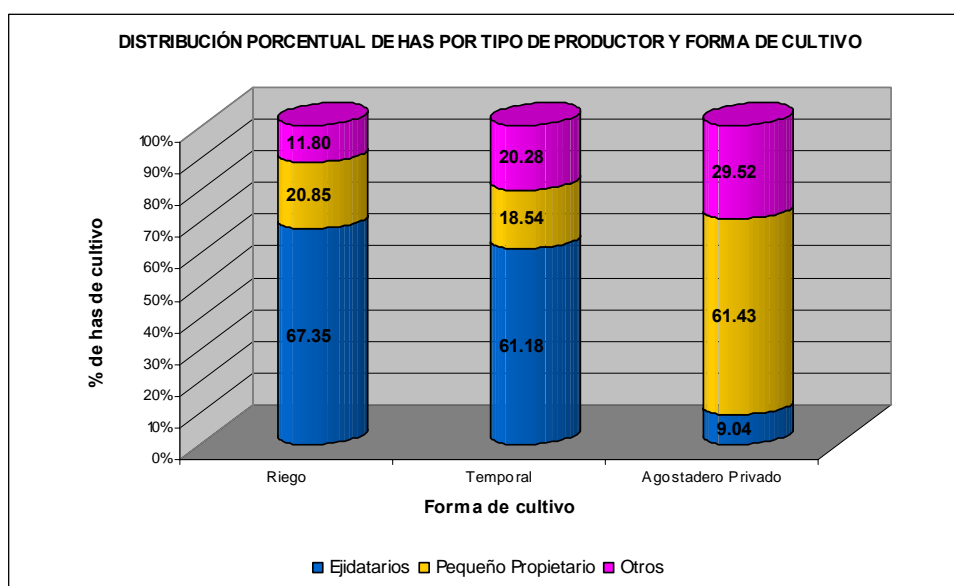


**Figura 4.6.** Gráfica de la distribución porcentual de los usuarios encuestados, por forma de cultivo y por DR

**Cuadro 4.21.** Distribución de las hectáreas de los usuarios encuestados por tipo de productor y forma de cultivo, (en proporción al total de has de cada forma de cultivo)

| Tipo de Productor   | Riego           |            | Temporal      |            | Agostadero Privado |            | Total           |            |
|---------------------|-----------------|------------|---------------|------------|--------------------|------------|-----------------|------------|
|                     | (has)           | %          | (has)         | %          | (has)              | %          | (has)           | %          |
| Ejidatario          | 2,288.10        | 67.35      | 292.65        | 61.18      | 12.25              | 9.04       | 2,593.00        | 64.64      |
| Pequeño Propietario | 708.51          | 20.85      | 88.71         | 18.54      | 83.23              | 61.43      | 880.45          | 21.95      |
| Otros               | 400.77          | 11.80      | 97.00         | 20.28      | 40.00              | 29.52      | 537.77          | 13.41      |
| <b>Total</b>        | <b>3,397.38</b> | <b>100</b> | <b>478.36</b> | <b>100</b> | <b>135.48</b>      | <b>100</b> | <b>4,011.22</b> | <b>100</b> |

*Fuente:* Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto “Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala”. IMTA, 2003



**Figura 4.7.** Gráfica de la distribución porcentual de superficie de cultivo (has) según el tipo de productor y la forma de cultivo

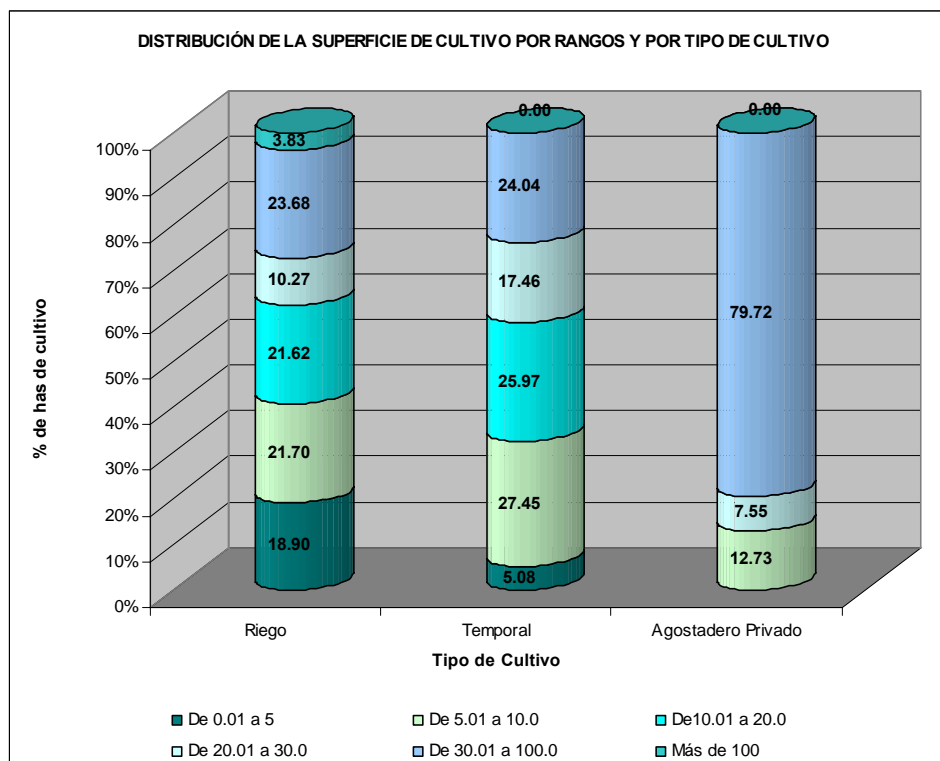
Analizando la distribución de las hectáreas de labor de acuerdo al tipo de cultivo y rangos de superficie, (**Cuadro 4.22**) se encuentra que en riego, el rango con mayor porcentaje es de 30 a 100 hectáreas con un 23.6%, mientras que el menor porcentaje de concentración de área bajo riego es para más de 100 hectáreas con un 3.8%. En cultivos de temporal, el mayor porcentaje (27.4%) está en el rango de 5 a 10 hectáreas y el menor porcentaje (5%) en el rango de 5 hectáreas o menos. En cultivos de agostadero privado, la mayor concentración, con un 79.7%, está en el rango de 30 a 100 hectáreas, y la menor concentración con el 7.5% de 20 a 30 hectáreas. (**Figura 4.8**)



**Cuadro 4.22.** Distribución de la superficie de cultivo por rangos y por tipo de cultivo (en proporción al total de has por tipo de cultivo)

| Superficie de cultivo (has) | Riego           |               | Temporal      |               | Agostadero Privado |               | Total           |               |
|-----------------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|-----------------|---------------|
|                             | (has)           | %             | (has)         | %             | (has)              | %             | (has)           | %             |
| De 0 a 5                    | 642.23          | 18.90         | 24.31         | 5.08          | 0.00               | 0.00          | 666.54          | 16.62         |
| De 5.01 a 10.0              | 737.25          | 21.70         | 131.30        | 27.45         | 17.25              | 12.73         | 885.80          | 22.08         |
| De 10.01 a 20.0             | 734.61          | 21.62         | 124.25        | 25.97         | 0.00               | 0.00          | 858.86          | 21.41         |
| De 20.01 a 30.0             | 348.79          | 10.27         | 83.50         | 17.46         | 10.23              | 7.55          | 442.52          | 11.03         |
| De 30.01 a 100.0            | 804.50          | 23.68         | 115.00        | 24.04         | 108.00             | 79.72         | 1,027.50        | 25.62         |
| Más de 100                  | 130.00          | 3.83          | 0.00          | 0.00          | 0.00               | 0.00          | 130.00          | 3.24          |
| <b>Total</b>                | <b>3,397.38</b> | <b>100.00</b> | <b>478.36</b> | <b>100.00</b> | <b>135.48</b>      | <b>100.00</b> | <b>4,011.22</b> | <b>100.00</b> |

Fuente: Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003



**Figura 4.8.** Gráfica de la distribución porcentual de superficie de cultivo por rangos de hectáreas y por tipo de cultivo

#### 4.2.4. Formas de acceso al agua

Existen básicamente siete formas de acceder al riego en la región de la cuenca: canal, pozo, canal y pozo, bombeo directo del río, aguas negras, bombeo directo de un dren y

humedad. Como es lógico, dado el tipo de usuarios, el acceso al agua de riego por medio de canal, es la forma más recurrente que utilizan en los distintos sistemas de riego.

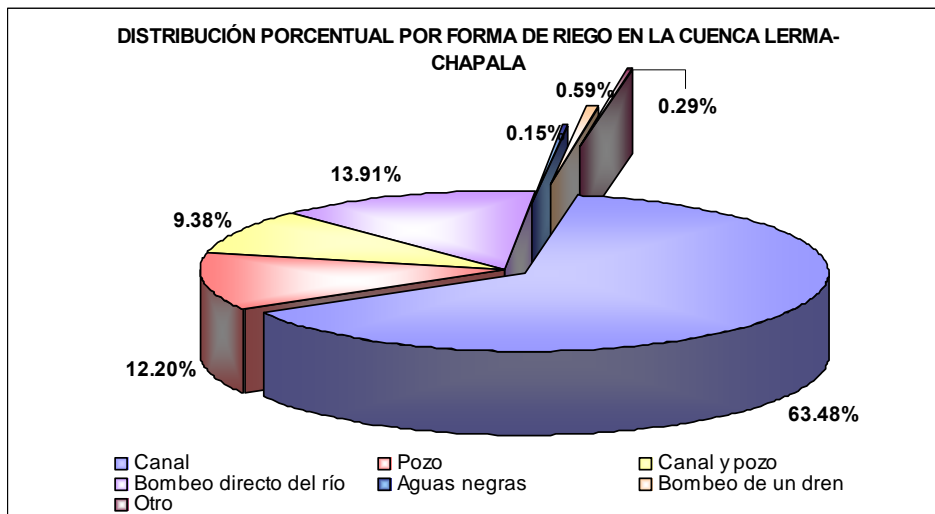
La Distribución de la superficie por tipo de acceso al riego en la región de estudio, se muestra en el **Cuadro 4.23** y en la **Figura 4.9**.

En el caso de los seis DR estudiados, existe una diversidad en cuanto a las fuentes de abastecimiento (**Cuadro 4.24**); sin embargo, en general predomina el acceso al agua vía canal; principalmente en el DR 085 con el 89.6%, el DR 061 con el 82.4%, el DR 013 con el 75.2% y el DR 011 con el 65.9%. Pero hay DR donde el bombeo directo del río es una importante fuente de abastecimiento, como por ejemplo el DR 087, donde el 38.3% de las hectáreas son regadas por medio de bombeos directos del río Lerma, el DR 024 con el 37.7%. El acceso por medio de pozo es importante en el DR 011 donde el 23.5% de las hectáreas se riegan así, en el DR 087 el 15% y en el DR 013 el 13.6%. En lo que respecta a las hectáreas que se riegan con el uso de agua de canal y de pozo, el DR 087 es donde se da el mayor porcentaje con el 26.7% de hectáreas. Cabe mencionar que sólo el 1.5% de las hectáreas (5 hectáreas que corresponden a un usuario) se riegan con base en aguas negras en el DR 061. De igual manera, el porcentaje de hectáreas con riego por bombeo de un dren es muy bajo, el 2.9% en el DR 024, el 2.4% en el DR 061 y el 0.5% en DR 087. Para otro tipo de acceso al agua, se tiene el 1% en el DR 013 y el 0.7% en el DR 024. En la **Figura 4.10** se muestra de manera gráfica lo anteriormente descrito.

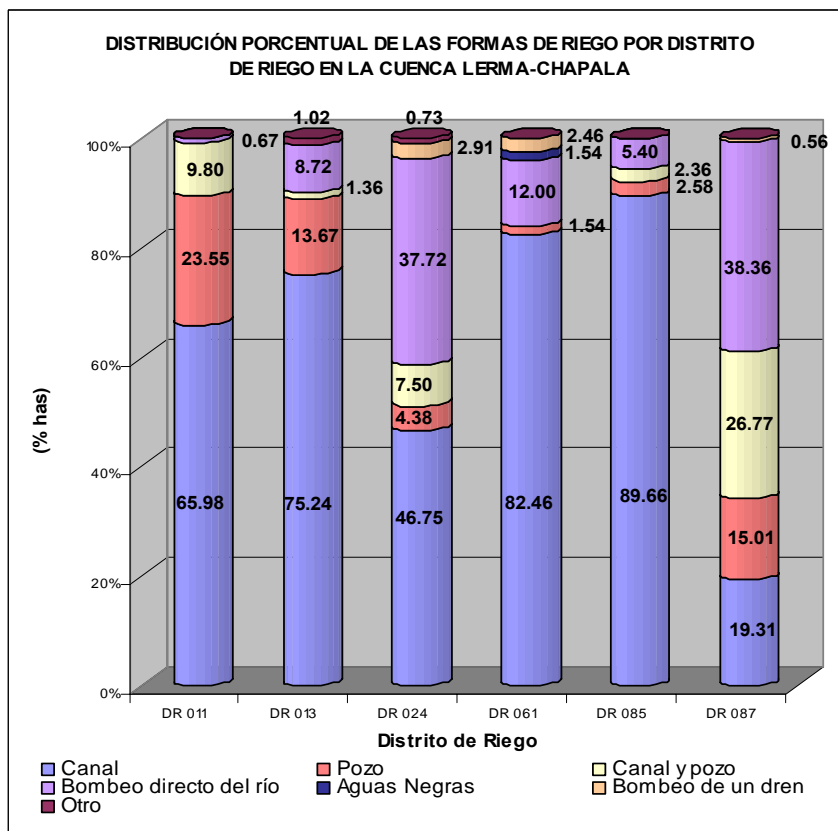
**Cuadro 4.23.** Distribución de la superficie según el acceso al riego

| Riego por              | Cuenca L-CH     |            |
|------------------------|-----------------|------------|
|                        | (has)           | %          |
| Canal                  | 2,156.68        | 63.48      |
| Pozo                   | 414.42          | 12.20      |
| Canal y pozo           | 318.67          | 9.38       |
| Bombeo directo del río | 472.63          | 13.91      |
| Aguas negras           | 5.00            | 0.15       |
| Bombeo de un dren      | 19.98           | 0.59       |
| Otro                   | 10.00           | 0.29       |
| <b>Total</b>           | <b>3,397.38</b> | <b>100</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003



**Figura 4.9.** Gráfica de la distribución porcentual de las formas de acceso al riego



**Figura 4.10.** Gráfica de la distribución porcentual de las formas de acceso al riego por DR

**Cuadro 4.24. Distribución porcentual de las formas de acceso al de riego por DR**

| Riego por              | DR 011        |            | DR 013        |            | DR 024        |            | DR 061        |            | DR 085        |            | DR 087        |            | Total           |            |
|------------------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|-----------------|------------|
|                        | (has)         | %          | (has)         | %          | (has)         | %          | (has)         | %          | (has)         | %          | (has)         | %          | (has)           | %          |
| Canal                  | 595.05        | 65.98      | 221.55        | 75.24      | 128.00        | 46.75      | 267.95        | 82.46      | 208.89        | 89.66      | 138.70        | 19.31      | 1,560.14        | 56.81      |
| Pozo                   | 212.38        | 23.55      | 40.25         | 13.67      | 12            | 4.38       | 5.00          | 1.54       | 6.00          | 2.58       | 107.79        | 15.01      | 383.42          | 13.96      |
| Canal y pozo           | 88.38         | 9.80       | 4.00          | 1.36       | 20.54         | 7.50       | 0.00          | 0.00       | 5.50          | 2.36       | 192.25        | 26.77      | 310.67          | 11.31      |
| Bombeo directo del río | 6.00          | 0.67       | 25.67         | 8.72       | 103.27        | 37.72      | 39.00         | 12.00      | 12.58         | 5.40       | 275.51        | 38.36      | 462.03          | 16.82      |
| Aguas negras           | 0.00          | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 5.00          | 1.54       | 0.00          | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 5.00            | 0.18       |
| Bombeo de un dren      | 0.00          | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 7.98          | 2.91       | 8.00          | 2.46       | 0.00          | 0.00       | 4.00          | 0.56       | 19.98           | 0.73       |
| Otro                   | 0.00          | 0.00       | 3.00          | 1.02       | 2.00          | 0.73       | 0.00          | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 0.00          | 0.00       | 5.00            | 0.18       |
| <b>Total</b>           | <b>901.81</b> | <b>100</b> | <b>294.47</b> | <b>100</b> | <b>273.79</b> | <b>100</b> | <b>324.95</b> | <b>100</b> | <b>232.97</b> | <b>100</b> | <b>718.25</b> | <b>100</b> | <b>2,746.24</b> | <b>100</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

**Cuadro 4.25. Volumen de agua distribuido por DR**

| Distrito de Riego | Volumen Distribuido (miles m <sup>3</sup> ) |           |             | Lámina Bruta (cm) |         |       |
|-------------------|---|-----------|-------------|-------------------|---------|-------|
|                   | Ejidal                                      | Privada   | Total       | Ejidal            | Privada | Total |
| DR 011            | 601,689.5                                   | 401,248.0 | 1,002,937.5 | 100.7             | 103.6   | 101.8 |
| DR 013            | 125,861.4                                   | 31,841.1  | 157,702.5   | 75.8              | 79.3    | 76.5  |
| DR 024            | 96,715.8                                    | 11,968.1  | 108,683.9   | 51.9              | 45.5    | 51.1  |
| DR 061            | 114,086.0                                   | 41,854.0  | 155,940.0   | 157.8             | 173.0   | 161.6 |
| DR 085            | 87,404.6                                    | 29,237.5  | 116,642.1   | 122.1             | 119.9   | 121.5 |
| DR 087            | 273,874.5                                   | 60,118.9  | 333,993.4   | 60.2              | 59.1    | 60.0  |

### 4.3. APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE GINI PARA MEDIR LA CONCENTRACIÓN DE TIERRA Y PRODUCCIÓN

Una vez mostrado el contexto social y productivo de los agricultores de los seis DR en estudio de la cuenca Lerma-Chapala, en este apartado, se describen los resultados obtenidos de la aplicación del Índice de Gini tanto para el total de los agricultores encuestados, como para cada uno de los seis DR.

Según lo expuesto en el “Capítulo 3”, el Índice de Gini permite saber el grado de concentración de un determinado recurso y establecer el nivel de desigualdad que existe. Para este caso, el índice se aplicó para medir que tanta concentración existe de la superficie de labor y de la producción de algunos cultivos importantes en la región de estudio.

#### 4.3.1. Concentración de la tierra

Como se mencionó anteriormente, existe un problema de minifundismo en los seis DR y las UR del área de estudio, lo cual se demuestra en el **Cuadro 4.26** donde se indica la frecuencia de agricultores para cada rango de superficie y, después de cálculos, el resultado es un Índice de Gini de **0.478**, lo que indica un grado de concentración considerable, ya que la distribución de la superficie de cultivo no es equitativa, pues como se puede ver en la **Figura 4.11**, que corresponde a la curva de Lorenz, la curva se aleja de la línea de equidistribución. Si sólo se consideran las extensiones de tierra de la población encuestada de los DR se tiene como resultado un Índice de Gini de **0.465**. En el **Cuadro 4.27**, se muestra que el mayor número de agricultores se encuentra en el rango de superficies de 5 hectáreas o menos, sin embargo, la mayor concentración de superficie está en el rango de 10 a 20 hectáreas, ya que el 15% de los agricultores encuestados concentran el 24% de la superficie, y que de igual manera se representa mediante la curva de Lorenz (**Figura 4.12**).

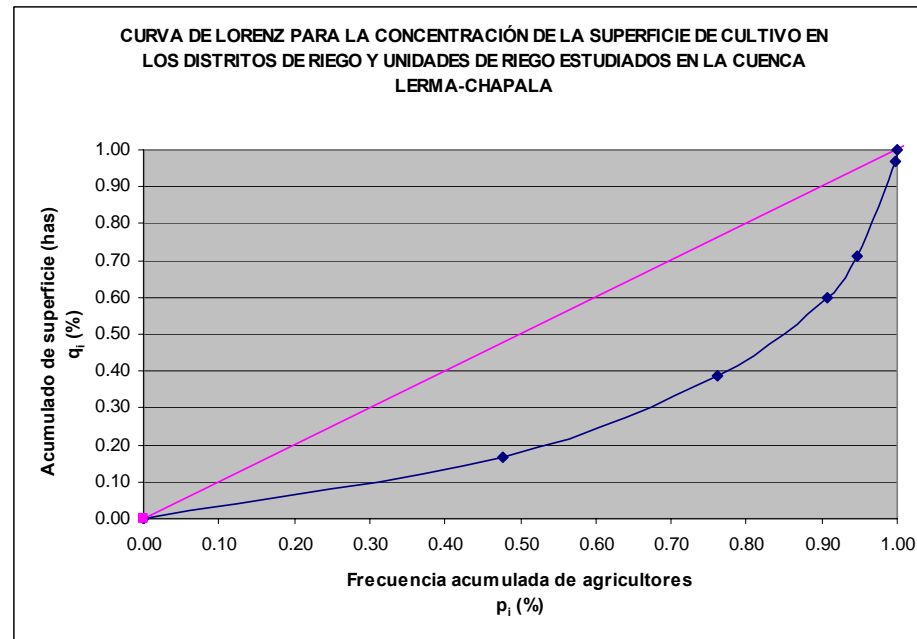
Lo anterior también se aplica para cada uno de los seis DR con la finalidad de saber en cual de ellos se distribuye con mayor desigualdad la tierra de cultivo. Los índices de cada DR representan una situación particular y no resulta útil hacer comparaciones entre ellos, ya que el número de productores varía en cada caso.

En el DR 011 existe desigualdad en la tenencia superficie de cultivo, ya que el índice de concentración es de **0.494 (Cuadro 4.28)**, lo cual se puede observar con el comportamiento de la curva de Lorenz, pues esta se aleja de la línea de distribución perfecta (**Figura 4.13**). En este DR, el 55% de los agricultores pertenece al rango de superficie de 5 hectáreas o menos y concentran 210.2 hectáreas, pero 16 agricultores que sólo son el 14% de los productores de ese DR, concentran 224.86 hectáreas. Para el DR 013, el resultado fue un índice de Gini de **0.425** que también representa desigualdad en la concentración de la superficie de cultivo, pues en superficies de hasta 5 hectáreas se tiene el 42% de los agricultores, los cuales concentran el 14% de la superficie de 5 hectáreas o menos, mientras que el 36% de los agricultores tiene el 33% de la superficie de 5 a 10 hectáreas (**Cuadro 4.29 y Figura 4.14**). En el caso del DR 024, en el rango de 20 a 30 hectáreas está el 8% de los agricultores de este DR y tienen una superficie acumulada de 71 hectáreas, que representan el 23% de la superficie y el 50% de agricultores tienen sólo el 18% en superficies de 5 hectáreas o menos. Otro punto importante es que el 28% de agricultores tienen el 25% de la superficie de 5 a 10 hectáreas (**Cuadro 4.30**). El índice de Gini para este caso es de **0.448** y queda representado en la curva de Lorenz de la **Figura 4.15**. El DR 061 tiene un índice de Gini de **0.567**, lo que indica un grado de desigualdad alto para la distribución de la superficie de cultivo en ese DR; sólo el 12% de los agricultores, en el rango de 30 a 100 hectáreas, tienen el 61% de la superficie, mientras que el 62% de los agricultores, sólo tienen el 19% de la superficie en 5 hectáreas o menos (**Cuadro 4.31 y Figura 4.16**). En el DR 085 se observa que no hay agricultores que tengan más de 20 hectáreas de cultivo, por lo que los existentes se distribuyen en los tres primeros rangos que corresponden a superficies de 20 hectáreas o menos, teniendo así un índice de Gini de **0.267** que indica un nivel bajo de desigualdad, ya que como se puede ver en la curva de Lorenz (**Figura 4.17**), esta no se encuentra tan alejada de la línea de equidistribución. En este DR, el 64% de los agricultores encuestados tienen el 39% de la superficie de 5 hectáreas o menos (106.75 hectáreas), el 31% tiene el 46% (125.06 hectáreas) de la superficie en el rango de 5 a 10 hectáreas y el 5% de los agricultores tienen 41 hectáreas que representan el 15%. Finalmente, para el DR 087 el índice es de **0.387**, y se observa en el **Cuadro 4.33**, que la superficie de cultivo se concentra en mayor porcentaje (42%) en el rango de 10 a 20 hectáreas con el 32% de los agricultores; mientras que el 7% de la superficie la concentra el 3% de los agricultores. La curva de Lorenz que representa el índice se muestra en la **Figura 4.18**.

**Cuadro 4.26.** Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo de los seis DR y UR de la cuenca Lerma Chapala

| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores (n) | (%) Frecuencia agricultores ( $p_i$ ) | Superficie de cultivo acumulada (has) | (%) superficie ( $q_i$ ) | % Acumulado agricultores ( $P_i$ ) | % Acumulado superficie ( $Q_i$ ) | $Q_i+Q_{i-1}$ | $p_i(Q_i+Q_{i-1})$ |              |
|---|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| De 0 a 5                                  | 201                         | 0.48                                  | 666.54                                | 0.17                     | 0.48                               | 0.17                             | 0.17          | 0.079              |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 120                         | 0.29                                  | 885.80                                | 0.22                     | 0.76                               | 0.39                             | 0.55          | 0.158              |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 61                          | 0.14                                  | 858.86                                | 0.21                     | 0.91                               | 0.60                             | 0.99          | 0.143              |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 17                          | 0.04                                  | 442.52                                | 0.11                     | 0.95                               | 0.71                             | 1.31          | 0.053              |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 21                          | 0.05                                  | 1027.50                               | 0.26                     | 1.00                               | 0.97                             | 1.68          | 0.084              |              |
| Más de 100                                | 1                           | 0.00                                  | 130.00                                | 0.03                     | 1.00                               | 1.00                             | 1.97          | 0.005              | <b>IGINI</b> |
| <b>Total</b>                              | <b>421</b>                  | <b>1</b>                              | <b>4,011.22</b>                       | <b>1</b>                 | <b>5.09</b>                        | <b>3.83</b>                      | <b>6.67</b>   | <b>0.522</b>       | <b>0.478</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

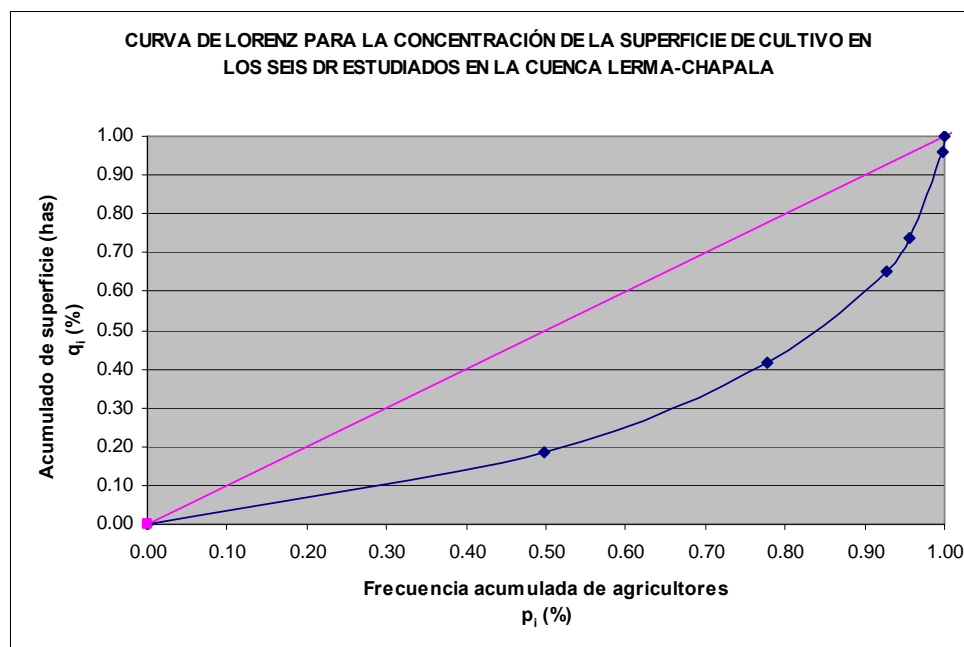


**Figura 4.11.** Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo en los seis DR y UR encuestadas en la cuenca Lerma-Chapala

**Cuadro 4.27.** Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo de los seis DR de la cuenca Lerma Chapala

| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores (n) | (%) Frecuencia agricultores ( $p_i$ ) | Superficie de cultivo acumulada (has) | (%) superficie ( $q_i$ ) | % Acumulado agricultores ( $P_i$ ) | % Acumulado superficie ( $Q_i$ ) | $Q_i+Q_{i-1}$ | $p_i(Q_i+Q_{i-1})$ |              |
|---|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| De 0 a 5                                  | 172                         | 0.50                                  | 567.89                                | 0.18                     | 0.50                               | 0.18                             | 0.18          | 0.092              |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 96                          | 0.28                                  | 712.31                                | 0.23                     | 0.78                               | 0.42                             | 0.60          | 0.167              |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 52                          | 0.15                                  | 735.11                                | 0.24                     | 0.93                               | 0.65                             | 1.07          | 0.161              |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 10                          | 0.03                                  | 261.79                                | 0.08                     | 0.96                               | 0.74                             | 1.39          | 0.040              |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 14                          | 0.04                                  | 675.50                                | 0.22                     | 1.00                               | 0.96                             | 1.70          | 0.069              |              |
| Más de 100                                | 1                           | 0.00                                  | 130.00                                | 0.04                     | 1.00                               | 1.00                             | 1.96          | 0.006              | <b>IGINI</b> |
| <b>Total</b>                              | <b>345</b>                  | <b>1</b>                              | <b>3,082.60</b>                       | <b>1</b>                 | <b>5.16</b>                        | <b>3.95</b>                      | <b>6.90</b>   | <b>0.535</b>       | <b>0.465</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003



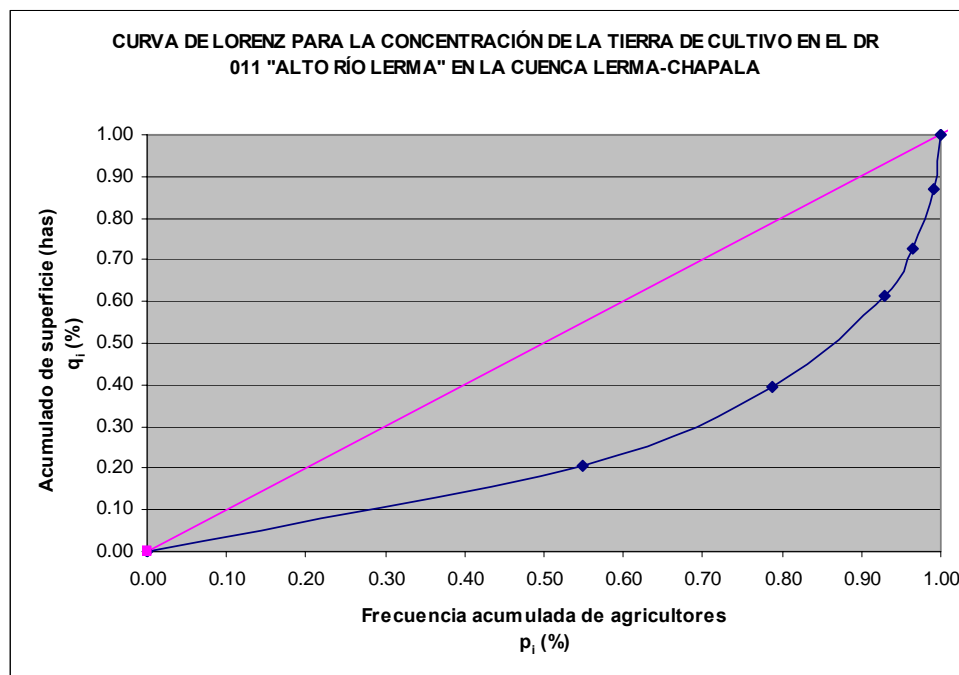
**Figura 4.12.** Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo de los seis DR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala



**Cuadro 4.28.** Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo del DR 011 “Alto Río Lerma” en la cuenca Lerma Chapala

| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores (n) | (%) Frecuencia agricultores (p <sub>i</sub> ) | Superficie de cultivo acumulada (has) | (%) superficie (q <sub>i</sub> ) | % Acumulado agricultores (P <sub>i</sub> ) | % Acumulado superficie (Q <sub>i</sub> ) | Q <sub>i</sub> +Q <sub>i-1</sub> | p <sub>i</sub> (Q <sub>i</sub> +Q <sub>i-1</sub> ) |              |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------------|--|--|----------------------------------|--|--------------|
| De 0 a 5                                  | 62                          | 0.55  | 210.21                                | 0.21                             | 0.55                                       | 0.21                                     | 0.21                             | 0.114  |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 27                          | 0.24  | 188.76                                | 0.19                             | 0.79                                       | 0.39                                     | 0.60                             | 0.143  |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 16                          | 0.14  | 224.86                                | 0.22                             | 0.93                                       | 0.62                                     | 1.01                             | 0.143  |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 4                           | 0.04  | 112.00                                | 0.11                             | 0.96                                       | 0.73                                     | 1.34                             | 0.047  |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 3                           | 0.03  | 148.50                                | 0.15                             | 0.99                                       | 0.87                                     | 1.60                             | 0.042  |              |
| Más de 100                                | 1                           | 0.01  | 130.00                                | 0.13                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 1.87                             | 0.017  | <b>IGINI</b> |
| <b>Total</b>                              | <b>113</b>                  | <b>1</b>                                      | <b>1,014.33</b>                       | <b>1</b>                         | <b>5.22</b>                                | <b>3.81</b>                              | <b>6.63</b>                      | <b>0.506</b>                                       | <b>0.494</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto “Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala”. IMTA, 2003

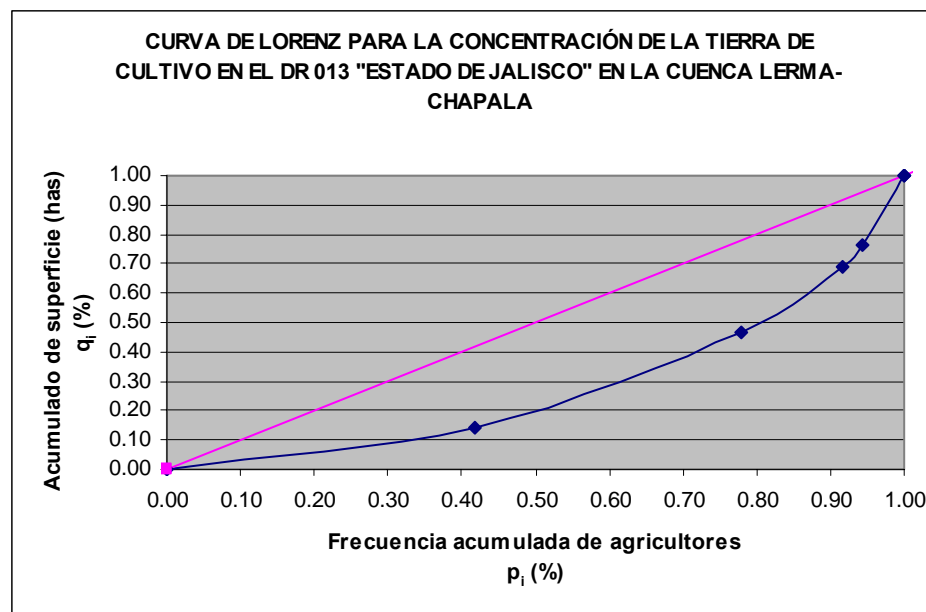


**Figura 4.13.** Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo del DR 011 en la cuenca Lerma-Chapala

**Cuadro 4.29.** Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo del DR 013 “Estado de Jalisco” en la cuenca Lerma Chapala

| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores (n) | (%) Frecuencia agricultores (p <sub>i</sub> ) | Superficie de cultivo acumulada (has) | (%) superficie (q <sub>i</sub> ) | % Acumulado agricultores (P <sub>i</sub> ) | % Acumulado superficie (Q <sub>i</sub> ) | Q <sub>i</sub> +Q <sub>i-1</sub> | p <sub>i</sub> (Q <sub>i</sub> +Q <sub>i-1</sub> ) |              |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------------|--|--|----------------------------------|--|--------------|
| De 0 a 5                                  | 15                          | 0.42  | 44.47                                 | 0.14                             | 0.42                                       | 0.14                                     | 0.14                             | 0.058  |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 13                          | 0.36  | 104.50                                | 0.33                             | 0.78                                       | 0.47                                     | 0.61                             | 0.219  |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 5                           | 0.14  | 70.25                                 | 0.22                             | 0.92                                       | 0.69                                     | 1.15                             | 0.160  |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 1                           | 0.03  | 25.00                                 | 0.08                             | 0.94                                       | 0.77                                     | 1.45                             | 0.040  |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 2                           | 0.06  | 75.00                                 | 0.23                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 1.77                             | 0.098  |              |
| Más de 100                                | 0                           | 0.00  | 0.00                                  | 0.00                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 2.00                             | 0.000  | <b>IGINI</b> |
| <b>Total</b>                              | <b>36</b>                   | <b>1</b>                                      | <b>319.22</b>                         | <b>1</b>                         | <b>5.06</b>                                | <b>4.06</b>                              | <b>7.12</b>                      | <b>0.575</b>                                       | <b>0.425</b> |

Fuente: Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto “Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala”. IMTA, 2003

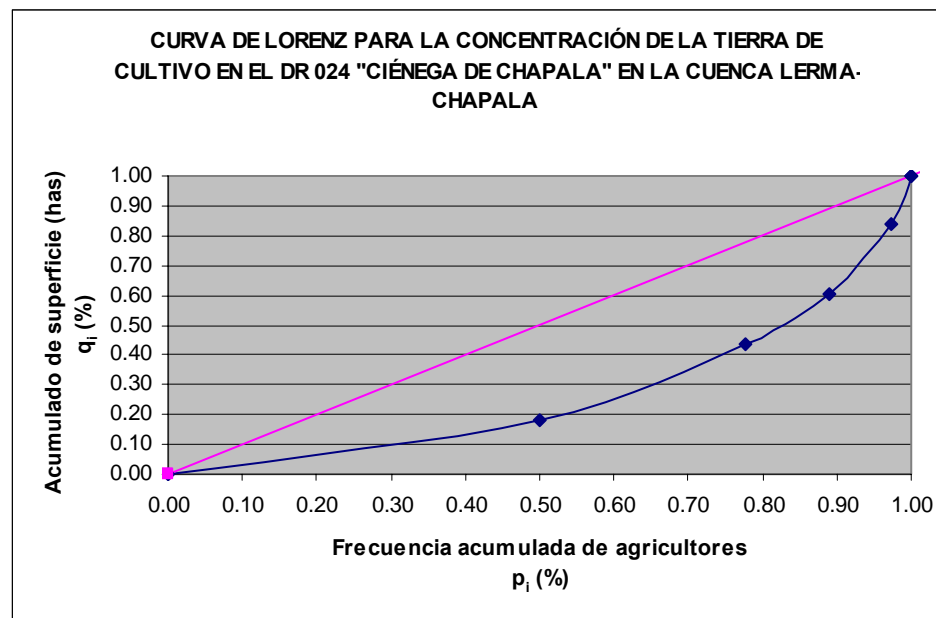


**Figura 4.14.** Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo del DR 013 en la cuenca Lerma-Chapala

**Cuadro 4.30.** Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo del DR 024 “Ciénega de Chapala” en la cuenca Lerma Chapala

| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores (n) | (%) Frecuencia agricultores (p <sub>i</sub> ) | Superficie de cultivo acumulada (has) | (%) superficie (q <sub>i</sub> ) | % Acumulado agricultores (P <sub>i</sub> ) | % Acumulado superficie (Q <sub>i</sub> ) | Q <sub>i</sub> +Q <sub>i-1</sub> | p <sub>i</sub> (Q <sub>i</sub> +Q <sub>i-1</sub> ) |              |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------------|--|--|----------------------------------|--|--------------|
| De 0.01 a 5                               | 18                          | 0.50  | 57.25                                 | 0.18                             | 0.50                                       | 0.18                                     | 0.18                             | 0.092  |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 10                          | 0.28  | 78.54                                 | 0.25                             | 0.78                                       | 0.44                                     | 0.62                             | 0.173  |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 4                           | 0.11  | 52.50                                 | 0.17                             | 0.89                                       | 0.61                                     | 1.04                             | 0.116  |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 3                           | 0.08  | 71.00                                 | 0.23                             | 0.97                                       | 0.84                                     | 1.44                             | 0.120  |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 1                           | 0.03  | 51.00                                 | 0.16                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 1.84                             | 0.051  |              |
| Más de 100                                | 0                           | 0.00  | 0.00                                  | 0.00                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 2.00                             | 0.000  | <b>IGINI</b> |
| <b>Total</b>                              | <b>36</b>                   | <b>1</b>                                      | <b>310.29</b>                         | <b>1</b>                         | <b>5.14</b>                                | <b>4.06</b>                              | <b>7.13</b>                      | <b>0.552</b>                                       | <b>0.448</b> |

Fuente: Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto “Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala”. IMTA, 2003

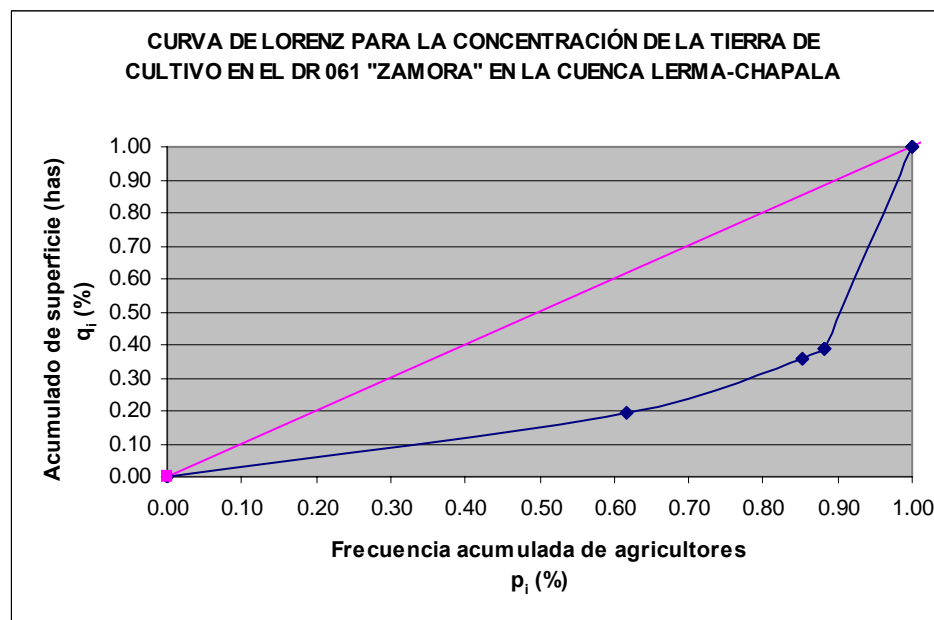


**Figura 4.15.** Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo del DR 024 en la cuenca Lerma-Chapala

**Cuadro 4.31. Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo del DR 061 "Zamora" en la cuenca Lerma Chapala**

| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores (n) | (%) Frecuencia agricultores (p <sub>i</sub> ) | Superficie de cultivo acumulada (has) | (%) superficie (q <sub>i</sub> ) | % Acumulado agricultores (P <sub>i</sub> ) | % Acumulado superficie (Q <sub>i</sub> ) | Q <sub>i</sub> +Q <sub>i-1</sub> | p <sub>i</sub> (Q <sub>i</sub> +Q <sub>i-1</sub> ) |              |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------------|--|--|----------------------------------|--|--------------|
| De 0 a 5                                  | 21                          | 0.62  | 71.71                                 | 0.19                             | 0.62                                       | 0.19                                     | 0.19                             | 0.119  |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 8                           | 0.24  | 61.24                                 | 0.16                             | 0.85                                       | 0.36                                     | 0.55                             | 0.129  |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 1                           | 0.03  | 11.00                                 | 0.03                             | 0.88                                       | 0.39                                     | 0.74                             | 0.022  |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 0                           | 0.00  | 0.00                                  | 0.00                             | 0.88                                       | 0.39                                     | 0.77                             | 0.000  |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 4                           | 0.12  | 229.00                                | 0.61                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 1.39                             | 0.163  |              |
| Más de 100                                | 0                           | 0.00  | 0.00                                  | 0.00                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 2.00                             | 0.000  | <b>IGINI</b> |
| <b>Total</b>                              | <b>34</b>                   | <b>1</b>                                      | <b>372.95</b>                         | <b>1</b>                         | <b>5.24</b>                                | <b>3.32</b>                              | <b>5.64</b>                      | <b>0.433</b>                                       | <b>0.567</b> |

Fuente: Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

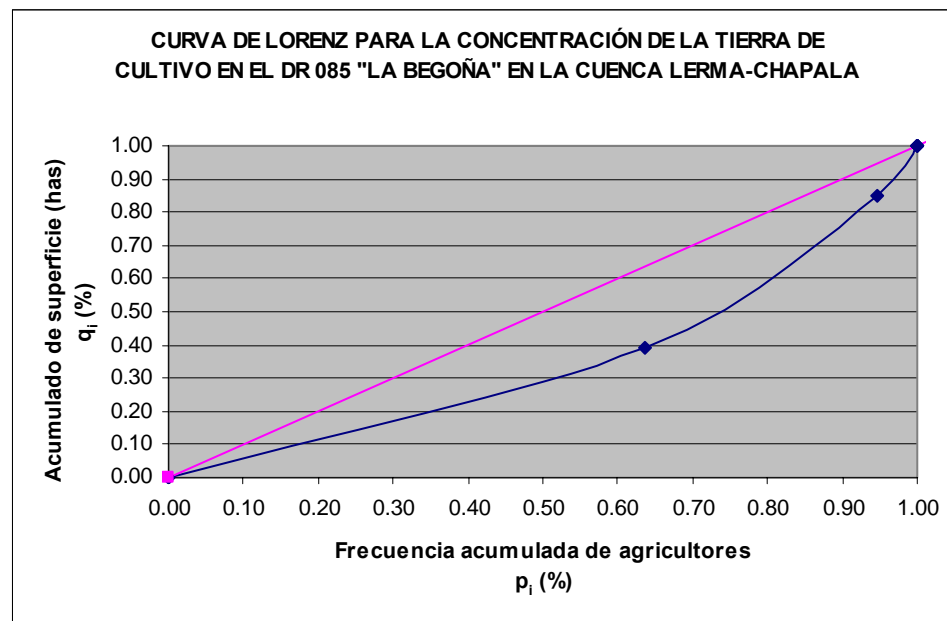


**Figura 4.16. Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo del DR 061 en la cuenca Lerma-Chapala**

**Cuadro 4.32.** Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo del DR 085 “La Begoña” en la cuenca Lerma Chapala

| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores (n) | (%) Frecuencia agricultores (p <sub>i</sub> ) | Superficie de cultivo acumulada (has) | (%) superficie (q <sub>i</sub> ) | % Acumulado agricultores (P <sub>i</sub> ) | % Acumulado superficie (Q <sub>i</sub> ) | Q <sub>i</sub> +Q <sub>i-1</sub> | p <sub>i</sub> (Q <sub>i</sub> +Q <sub>i-1</sub> ) |              |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------------|--|--|----------------------------------|--|--------------|
| De 0 a 5                                  | 35                          | 0.64  | 106.75                                | 0.39                             | 0.64                                       | 0.39                                     | 0.39                             | 0.249  |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 17                          | 0.31  | 125.06                                | 0.46                             | 0.95                                       | 0.85                                     | 1.24                             | 0.384  |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 3                           | 0.05  | 41.00                                 | 0.15                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 1.85                             | 0.101  |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 0                           | 0.00  | 0.00                                  | 0.00                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 2.00                             | 0.000  |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 0                           | 0.00  | 0.00                                  | 0.00                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 2.00                             | 0.000  |              |
| Más de 100                                | 0                           | 0.00  | 0.00                                  | 0.00                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 2.00                             | 0.000  | <b>IGINI</b> |
| <b>Total</b>                              | <b>55</b>                   | <b>1</b>                                      | <b>272.81</b>                         | <b>1</b>                         | <b>5.58</b>                                | <b>5.24</b>                              | <b>9.48</b>                      | <b>0.733</b>                                       | <b>0.267</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto “Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala”. IMTA, 2003

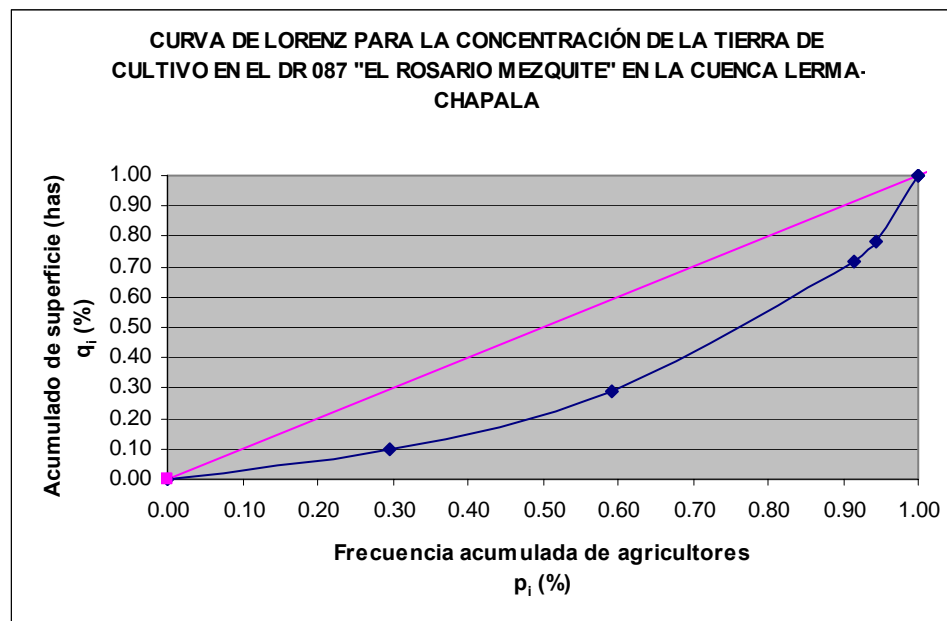


**Figura 4.17.** Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo del DR 085 en la cuenca Lerma-Chapala

**Cuadro 4.33.** Índice de Gini de la concentración de la superficie de cultivo del DR 087 “El Rosario Mezquite” en la cuenca Lerma Chapala

| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores (n) | (%) Frecuencia agricultores (p <sub>i</sub> ) | Superficie de cultivo acumulada (has) | (%) superficie (q <sub>i</sub> ) | % Acumulado agricultores (P <sub>i</sub> ) | % Acumulado superficie (Q <sub>i</sub> ) | Q <sub>i</sub> +Q <sub>i-1</sub> | p <sub>i</sub> (Q <sub>i</sub> +Q <sub>i-1</sub> ) |              |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------------|--|--|----------------------------------|--|--------------|
| De 0 a 5                                  | 21                          | 0.30  | 77.50                                 | 0.10                             | 0.30                                       | 0.10                                     | 0.10                             | 0.029  |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 21                          | 0.30  | 154.21                                | 0.19                             | 0.59                                       | 0.29                                     | 0.39                             | 0.115  |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 23                          | 0.32  | 335.50                                | 0.42                             | 0.92                                       | 0.72                                     | 1.01                             | 0.326  |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 2                           | 0.03  | 53.79                                 | 0.07                             | 0.94                                       | 0.78                                     | 1.50                             | 0.042  |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 4                           | 0.06  | 172.00                                | 0.22                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 1.78                             | 0.100  |              |
| Más de 100                                | 0                           | 0.00  | 0.00                                  | 0.00                             | 1.00                                       | 1.00                                     | 2.00                             | 0.000  | <b>IGINI</b> |
| <b>Total</b>                              | <b>71</b>                   | <b>1</b>                                      | <b>793.00</b>                         | <b>1</b>                         | <b>4.75</b>                                | <b>3.89</b>                              | <b>6.78</b>                      | <b>0.613</b>                                       | <b>0.387</b> |

Fuente: Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto “Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala”. IMTA, 2003



**Figura 4.18.** Gráfica de la concentración de la superficie de cultivo del DR 087 en la cuenca Lerma-Chapala

### 4.3.2. Concentración de la producción

Para la aplicación del índice de Gini para medir la concentración de la producción, se eligieron siete cultivos representativos de la zona de estudio como son: sorgo, maíz, alfalfa, cebada, garbanzo y frijol, así mismo, el número de productores y la superficie cosechada para cada cultivo, por lo que el índice que se obtiene, representa la concentración entre los productores de cada cultivo en los seis DR encuestados.

Los datos del **Cuadro 4.34**, se extrajeron de la base de datos de las encuestas aplicadas para obtener el total de hectáreas cosechadas por cultivo y así poder determinar la producción en toneladas, ya que al multiplicar la superficie cultivada por el rendimiento, (Ton/ha) se obtiene la producción, tal y como se muestra en el **Cuadro 4.35**, donde además se calcula el valor de la cosecha como dato complementario. Una vez obtenida la producción para cada cultivo, se concentró la información de acuerdo a rangos de superficie y mediante la fórmula que se ha venido utilizando ( $CG = 1 - \sum_{i=1}^n x_i (Y_i + Y_{i-1})$ ) su

obtuvo el valor de Gini. En el **Cuadro 4.36** se muestra de manera resumida, los índices de concentración obtenidos por cultivo para los seis DR encuestados y más adelante, se presentan los cuadros y gráficas de forma individual para cada cultivo.

**Cuadro 4.36.** Resumen de los Índices de Gini obtenidos para cada cultivo para los seis DR

| INDICE DE GINI | Sorgo | maíz  | alfalfa | cebada | garbanzo | frijol |
|----------------|-------|-------|---------|--------|----------|--------|
|                | 0.597 | 0.620 | 0.870   | 0.506  | 0.613    | 0.479  |

Como se puede observar, el cultivo que más se concentra en los DR es la alfalfa, pues el 44% de la producción se concentra en una superficie de 160 hectáreas (**Cuadro 4.39**), las cuales corresponden a un solo agricultor. Por otro lado, el cultivo con índice bajo es el frijol, lo que indica que dentro de los DR, este cultivo tiene una distribución más equitativa respecto a los demás, ya que a pesar de que el 99% de los agricultores (341) pertenecen a un solo rango, estos tienen superficies pequeñas de 5 hectáreas o menos y eso hace suponer que la producción se distribuye entre todos en pequeñas cantidades y sólo el 1% restante tiene superficies mayores de 5 a 10 hectáreas. (**Cuadro 4.42**)

**Cuadro 4.34.** Superficie sembrada por cultivo, en los últimos ciclos de otoño - invierno y primavera - verano, por DR

| Cultivo   | Ciclo Otoño – Invierno |        |        |        |        |        |               | Ciclo Primavera – Verano |        |        |        |        |        |                |
|-----------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
|           | DR 011                 | DR 013 | DR 024 | DR 061 | DR 085 | DR 087 | Total (has)   | DR 011                   | DR 013 | DR 024 | DR 061 | DR 085 | DR 087 | Total (has)    |
| sorgo     | 144.17                 | 0      | 3.5    | 40.2   | 13     | 61.79  | <b>262.66</b> | 607.22                   | 0      | 52.5   | 45.46  | 41.48  | 241.18 | <b>987.84</b>  |
| maíz      | 66.78                  | 97.87  | 55     | 100.5  | 19.5   | 101.5  | <b>441.15</b> | 134.18                   | 278.47 | 180.76 | 115.5  | 33.83  | 377.28 | <b>1120.02</b> |
| alfalfa   | 84.78                  | 0      | 0      | 0      | 95.57  | 0      | <b>180.35</b> | 87.5                     | 0      | 0      | 2      | 96.07  | 0      | <b>185.57</b>  |
| cebada    | 283.15                 | 2      | 70.7   | 6.5    | 19.3   | 41     | <b>422.65</b> | 35.8                     | 0      | 0      | 0      | 0      | 24     | <b>59.8</b>    |
| garbanzo  | 3.36                   | 10.8   | 26.54  | 0      | 0      | 15.5   | <b>56.2</b>   | 1                        | 0      | 8      | 0      | 1.5    | 0      | <b>10.5</b>    |
| frijol    | 4                      | 0      | 0      | 4      | 37.73  | 0      | <b>45.73</b>  | 0.86                     | 0      | 0      | 0      | 22.75  | 0      | <b>23.61</b>   |
| trigo     | 166.25                 | 51     | 20     | 123    | 23     | 289.54 | <b>672.79</b> | 1.25                     | 0      | 0      | 103.74 | 0      | 21.29  | <b>126.28</b>  |
| avena     | 1.5                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | <b>1.5</b>    | 0                        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | <b>0</b>       |
| cebolla   | 0                      | 0      | 0      | 3      | 0      | 0      | <b>3</b>      | 7                        | 0      | 3      | 4.5    | 0      | 5      | <b>19.5</b>    |
| zanahoria | 0                      | 0      | 0      | 0      | 7.5    | 0      | <b>7.5</b>    | 0                        | 0      | 0      | 0      | 6.25   | 0      | <b>6.25</b>    |
| agave     | 0                      | 11.5   | 0      | 0      | 0      | 0      | <b>11.5</b>   | 0                        | 11.5   | 0      | 0      | 4      | 1      | <b>16.5</b>    |
| pepino    | 1.3                    | 0      | 2      | 3      | 0      | 0      | <b>6.3</b>    | 0                        | 0      | 1.56   | 2      | 2      | 0      | <b>5.56</b>    |
| jícama    | 0                      | 0      | 0      | 0      | 3.75   | 0      | <b>3.75</b>   | 0                        | 0      | 0      | 0      | 3.75   | 0      | <b>3.75</b>    |
| limas     | 0                      | 0      | 0      | 0      | 0.25   | 0      | <b>0.25</b>   | 0                        | 0      | 0      | 0      | 0.25   | 0      | <b>0.25</b>    |
| aguacate  | 0                      | 0      | 0      | 0      | 0.99   | 0      | <b>0.99</b>   | 0                        | 0      | 0      | 0      | 1.99   | 0      | <b>1.99</b>    |
| centeno   | 0                      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | <b>0</b>      | 0                        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | <b>0</b>       |



|          |   |   |      |      |   |     |             |      |   |     |      |   |      |             |
|----------|---|---|------|------|---|-----|-------------|------|---|-----|------|---|------|-------------|
| pasto    | 0 | 0 | 6.5  | 0.25 | 0 | 0   | <b>6.75</b> | 0    | 0 | 0.5 | 0.25 | 0 | 0    | <b>0.75</b> |
| calabaza | 4 | 0 | 1.5  | 0    | 0 | 16  | <b>21.5</b> | 0.25 | 0 | 0   | 0    | 0 | 2    | <b>2.25</b> |
| cilantro | 0 | 0 | 3.06 | 0    | 0 | 0   | <b>3.06</b> | 0    | 0 | 0   | 0    | 0 | 0    | <b>0</b>    |
| sandía   | 4 | 0 | 0    | 0    | 0 | 0   | <b>4</b>    | 0    | 0 | 0   | 0    | 0 | 0    | <b>0</b>    |
| fresa    | 0 | 0 | 12   | 17.5 | 0 | 0   | <b>29.5</b> | 0    | 0 | 13  |      | 0 | 2    | <b>15</b>   |
| janamago | 0 | 0 | 2    | 2.5  | 0 | 0   | <b>4.5</b>  | 0    | 0 | 0   | 0    | 0 | 0    | <b>0</b>    |
| tomate   | 0 | 0 | 0    | 0    | 0 | 26  | <b>26</b>   | 0    | 0 | 0   | 0    | 0 | 15.5 | <b>15.5</b> |
| cártamo  | 0 | 0 | 2    | 0    | 0 | 3   | <b>5</b>    | 0    | 0 | 0   | 0    | 0 | 0    | <b>0</b>    |
| camote   | 0 | 0 | 0    | 0    | 0 | 8.5 | <b>8.5</b>  | 0    | 0 | 0   | 0    | 0 | 16.5 | <b>16.5</b> |
| nopal    | 0 | 0 | 0    | 0    | 0 | 0   | <b>0</b>    | 0    | 0 | 0   | 0    | 0 | 0    | <b>0</b>    |
| pastos   | 0 | 0 | 0    | 0    | 0 | 0   | <b>0</b>    | 0    | 0 | 0   | 0    | 0 | 0    | <b>0</b>    |
| ajo      | 0 | 0 | 0    | 0    | 0 | 0   | <b>0</b>    | 0    | 0 | 0   | 0    | 0 | 0    | <b>0</b>    |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

**Cuadro 4.35. Resumen de la superficie sembrada por cultivo, en los últimos ciclos de otoño - invierno y primavera - verano, por DR**

| Cultivo   | Total            |                                     |                  |              |                                 |
|-----------|------------------|-------------------------------------|------------------|--------------|---------------------------------|
|           | Superficie (has) | Rendimiento <sup>(*)</sup> (Ton/ha) | Producción (Ton) | PMR (\$/Ton) | Valor de la Cosecha. (miles \$) |
| sorgo     | 1,250.50         | 8.66                                | 10,829.33        | 1,336        | 14,467.98                       |
| maíz      | 1,561.17         | 7.28                                | 11,365.32        | 1,522        | 17,298.01                       |
| alfalfa   | 365.92           | 61.55                               | 22,522.38        | 632          | 14,234.14                       |
| cebada    | 482.45           | 6.48                                | 3,126.28         | 1,830        | 5,721.09                        |
| garbanzo  | 66.70            | 3.35                                | 223.45           | 2,116        | 472.81                          |
| frijol    | 69.34            | 2.22                                | 153.93           | 5,409        | 832.63                          |
| trigo     | 799.07           | 5.91                                | 4,722.50         | 1,772        | 8,368.28                        |
| avena     | 1.50             | 4.00                                | 6.00             | 1,800        | 10.80                           |
| cebolla   | 22.50            | 27.37                               | 615.83           | 1,750        | 1,077.69                        |
| zanahoria | 13.75            | 25.43                               | 349.66           | 1,909        | 667.51                          |
| agave     | 28.00            | 90.00                               | 2,520.00         | 3,000        | 7,560.00                        |
| pepino    | 11.86            | 21.07                               | 249.89           | 1,886        | 471.29                          |
| jícama    | 7.50             | 25.00                               | 187.50           | 1,500        | 281.25                          |
| limas     | 0.50             |                                     | 0.00             |              | 0.00                            |
| aguacate  | 2.98             | 6.40                                | 19.07            | 5,794        | 110.50                          |
| centeno   | 0.00             |                                     | 0.00             |              | 0.00                            |
| pasto     | 7.50             |                                     | 0.00             |              | 0.00                            |
| calabaza  | 23.75            | 13.20                               | 313.50           | 1,733        | 543.30                          |
| cilantro  | 3.06             | 9.84                                | 30.11            | 3,724        | 112.13                          |
| sandía    | 4.00             | 31.27                               | 125.08           | 2,147        | 268.55                          |
| fresa     | 44.50            | 29.05                               | 1,292.73         | 5,928        | 7,663.27                        |
| janamago  | 4.50             | 13.30                               | 59.85            | 779          | 46.62                           |
| tomate    | 41.50            | 13.97                               | 579.76           | 2,110        | 1,223.28                        |
| cártamo   | 5.00             | 2.29                                | 11.45            | 2,405        | 27.54                           |
| camote    | 25.00            | 17.40                               | 435.00           | 2,016        | 876.96                          |
| nopal     | 0.00             | 9.03                                | 0.00             | 4,247        | 0.00                            |
| pastos    | 0.00             | 38.74                               | 0.00             | 352          | 0.00                            |
| ajo       | 0.00             | 9.59                                | 0.00             | 6,427        | 0.00                            |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

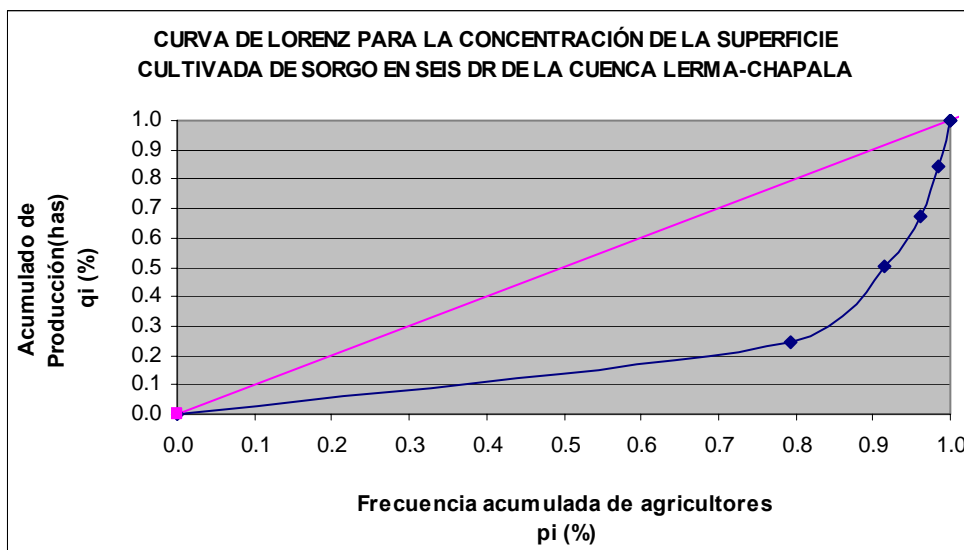
**(\*)Fuente:** Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego Año Agrícola 2003-2004. Comisión Nacional del Agua. Informe Estadístico México, D.F. Julio de 2005.

En el cuadro anterior, los valores mostrados del Rendimiento (Ton/Ha) para cada cultivo, son los que corresponden a los de la región Lerma-Santiago-Pacífico, debido a que de esa manera se puede utilizar para los seis DR.

**Cuadro 4.37. Índice de Gini de la producción de sorgo en seis DR encuestados**

| sorgo                                     |                         |                                       |                  |                                       |                          |                                    |                                  |               |                    |              |
|---|-------------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores | Superficie de cultivo acumulada (has) | Producción (Ton) | (%) Frecuencia agricultores ( $p_i$ ) | (%) Producción ( $q_i$ ) | % Acumulado agricultores ( $P_i$ ) | % Acumulado producción ( $Q_i$ ) | $Q_i+Q_{i-1}$ | $p_i(Q_i+Q_{i-1})$ |              |
| De 0 a 5                                  | 274                     | 307.35                                | 2,661.65         | 0.79                                  | 0.25                     | 0.79                               | 0.25                             | 0.25          | 0.195              |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 42                      | 321.99                                | 2,788.43         | 0.12                                  | 0.26                     | 0.92                               | 0.50                             | 0.75          | 0.091              |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 16                      | 213.54                                | 1,849.26         | 0.05                                  | 0.17                     | 0.96                               | 0.67                             | 1.18          | 0.055              |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 8                       | 209.50                                | 1,814.27         | 0.02                                  | 0.17                     | 0.99                               | 0.84                             | 1.52          | 0.035              |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 5                       | 198.12                                | 1,715.72         | 0.01                                  | 0.16                     | 1.00                               | 1.00                             | 1.84          | 0.027              |              |
| De 100.01 a 200                           | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 1.00                             | 2.00          | 0.000              |              |
| <b>Total</b>                              | <b>345</b>              | <b>1,250.50</b>                       | <b>10,829.33</b> | <b>1</b>                              | <b>1</b>                 | <b>5.66</b>                        | <b>4.26</b>                      | <b>7.53</b>   | <b>0.403</b>       | <b>IGINI</b> |
|   |                         |                                       |                  |                                       |                          |                                    |                                  |               |                    | <b>0.597</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

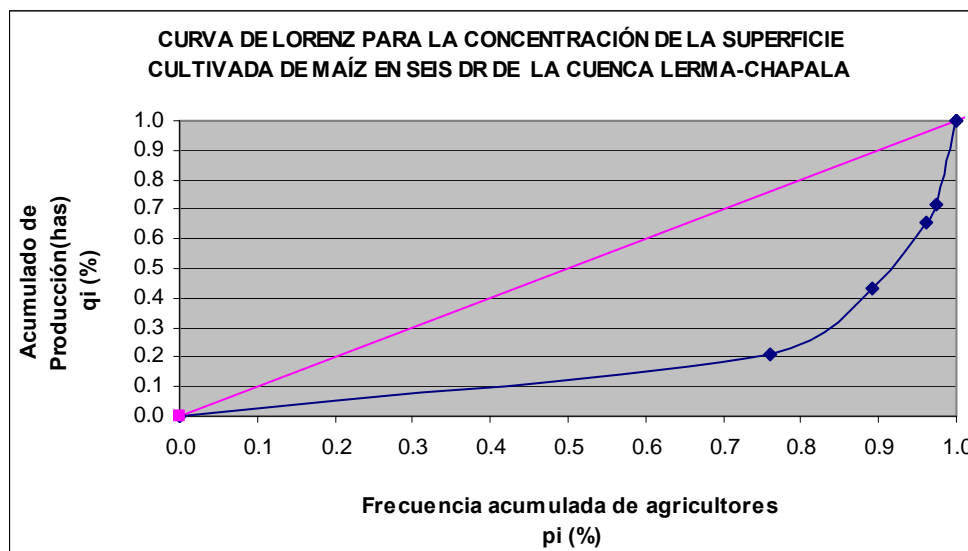


**Figura 4.19.** Gráfica de la concentración de la producción de sorgo en seis DR y encuestados en la cuenca Lerma-Chapala

**Cuadro 4.38.** Índice de Gini de la producción de maíz en seis DR encuestados

| maíz                                      |                         |                                       |                  |                                       |                          |                                    |                                  |               |                    |              |
|---|-------------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores | Superficie de cultivo acumulada (has) | Producción (Ton) | (%) Frecuencia agricultores ( $p_i$ ) | (%) Producción ( $q_i$ ) | % Acumulado agricultores ( $P_i$ ) | % Acumulado producción ( $Q_i$ ) | $Q_i+Q_{i-1}$ | $p_i(Q_i+Q_{i-1})$ |              |
| De 0 a 5                                  | 262                     | 326.91                                | 2,379.90         | 0.76                                  | 0.21                     | 0.76                               | 0.21                             | 0.21          | 0.159              |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 46                      | 343.26                                | 2,498.93         | 0.13                                  | 0.22                     | 0.89                               | 0.43                             | 0.64          | 0.085              |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 24                      | 352.00                                | 2,562.56         | 0.07                                  | 0.23                     | 0.96                               | 0.65                             | 1.08          | 0.075              |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 4                       | 92.00                                 | 669.76           | 0.01                                  | 0.06                     | 0.97                               | 0.71                             | 1.37          | 0.016              |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 9                       | 447.00                                | 3,254.16         | 0.03                                  | 0.29                     | 1.00                               | 1.00                             | 1.71          | 0.045              |              |
| De 100.01 a 200                           | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 1.00                             | 2.00          | 0.000              | <b>IGINI</b> |
| <b>Total</b>                              | <b>345</b>              | <b>1,561.17</b>                       | <b>11,365.32</b> | <b>1</b>                              | <b>1</b>                 | <b>5.59</b>                        | <b>4.01</b>                      | <b>7.01</b>   | <b>0.380</b>       | <b>0.620</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

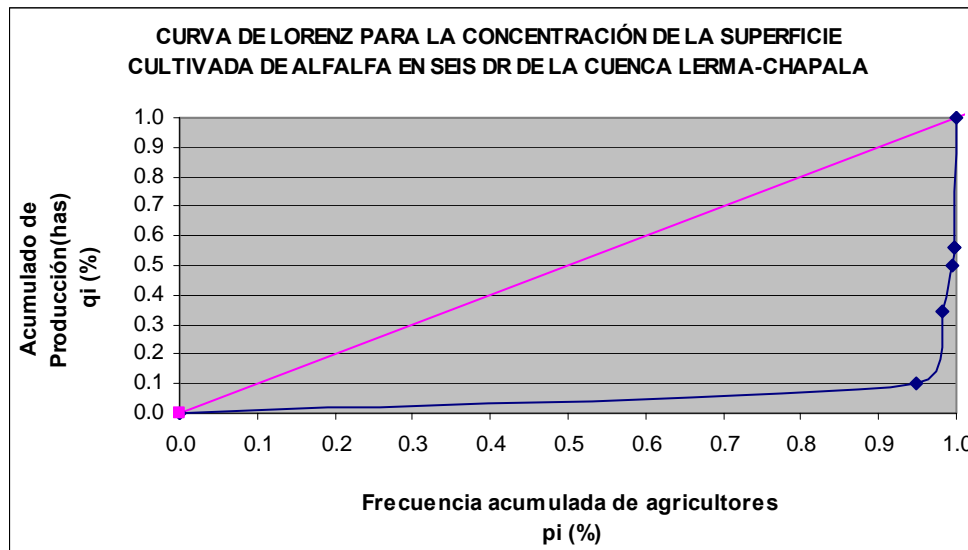


**Figura 4.20.** Gráfica de la concentración de la producción de maíz en seis DR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala

**Cuadro 4.39.** Índice de Gini de la producción de alfalfa en seis DR encuestados

| alfalfa                                   |                         |                                       |                  |                                       |                          |                                    |                                  |               |                    |              |
|---|-------------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores | Superficie de cultivo acumulada (has) | Producción (Ton) | (%) Frecuencia agricultores ( $p_i$ ) | (%) Producción ( $q_i$ ) | % Acumulado agricultores ( $P_i$ ) | % Acumulado producción ( $Q_i$ ) | $Q_i+Q_{i-1}$ | $p_i(Q_i+Q_{i-1})$ |              |
| De 0 a 5                                  | 327                     | 37.38                                 | 2,300.74         | 0.95                                  | 0.10                     | 0.95                               | 0.10                             | 0.10          | 0.097              |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 12                      | 88.00                                 | 5,416.40         | 0.03                                  | 0.24                     | 0.98                               | 0.34                             | 0.45          | 0.015              |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 4                       | 56.20                                 | 3,459.11         | 0.01                                  | 0.15                     | 0.99                               | 0.50                             | 0.84          | 0.010              |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 1                       | 24.00                                 | 1,477.20         | 0.00                                  | 0.07                     | 1.00                               | 0.56                             | 1.06          | 0.003              |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 0.56                             | 1.12          | 0.000              |              |
| Más de 100                                | 1                       | 160.00                                | 9,848.00         | 0.00                                  | 0.44                     | 1.00                               | 1.00                             | 1.56          | 0.005              |              |
| <b>Total</b>                              | <b>345</b>              | <b>365.58</b>                         | <b>22,501.45</b> | <b>1</b>                              | <b>1</b>                 | <b>5.92</b>                        | <b>3.07</b>                      | <b>5.13</b>   | <b>0.130</b>       | <b>IGINI</b> |
|   |                         |                                       |                  |                                       |                          |                                    |                                  |               |                    | <b>0.870</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

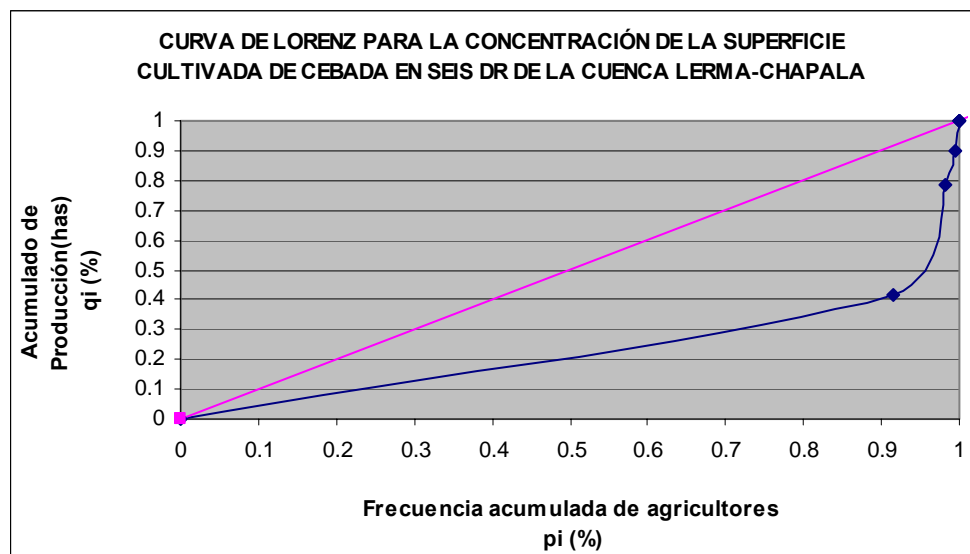


**Figura 4.21.** Gráfica de la concentración de la producción de alfalfa en seis DR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala

**Cuadro 4.40.** Índice de Gini de la producción de cebada en seis DR encuestados

| cebada                                    |                         |                                       |                  |                                       |                          |                                    |                                  |               |                    |
|---|-------------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------|
| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores | Superficie de cultivo acumulada (has) | Producción (Ton) | (%) Frecuencia agricultores ( $p_i$ ) | (%) Producción ( $q_i$ ) | % Acumulado agricultores ( $P_i$ ) | % Acumulado producción ( $Q_i$ ) | $Q_i+Q_{i-1}$ | $p_i(Q_i+Q_{i-1})$ |
| De 0 a 5                                  | 316                     | 201.58                                | 1,306.24         | 0.92                                  | 0.42                     | 0.92                               | 0.42                             | 0.42          | 0.383              |
| De 5.01 a 10.0                            | 23                      | 177.87                                | 1,152.60         | 0.07                                  | 0.37                     | 0.98                               | 0.79                             | 1.20          | 0.080              |
| De 10.01 a 20.0                           | 4                       | 56.00                                 | 362.88           | 0.01                                  | 0.12                     | 0.99                               | 0.90                             | 1.69          | 0.020              |
| De 20.01 a 30.0                           | 2                       | 47.00                                 | 304.56           | 0.01                                  | 0.10                     | 1.00                               | 1.00                             | 1.90          | 0.011              |
| De 30.01 a 100.0                          | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 1.00                             | 2.00          | 0.000              |
| Más de 100                                | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 1.00                             | 2.00          | 0.000              |
| <b>Total</b>                              | <b>345</b>              | <b>482.45</b>                         | <b>3,126.28</b>  | <b>1</b>                              | <b>1</b>                 | <b>5.89</b>                        | <b>5.11</b>                      | <b>9.21</b>   | <b>0.494</b>       |
|   |                         |                                       |                  |                                       |                          |                                    |                                  |               | <b>IGINI</b>       |
|   |                         |                                       |                  |                                       |                          |                                    |                                  |               | <b>0.506</b>       |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

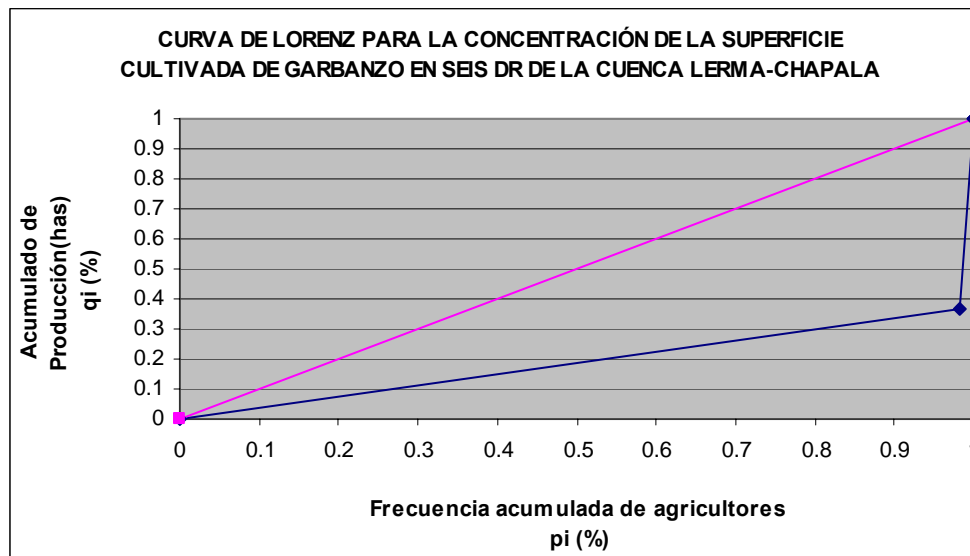


**Figura 4.22.** Gráfica de la concentración de la producción de cebada en seis DR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala

**Cuadro 4.41. Índice de Gini de la producción de garbanzo en seis DR encuestados**

| garbanzo                                  |                         |                                       |                  |                                       |                          |                                    |                                  |               |                    |              |
|---|-------------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores | Superficie de cultivo acumulada (has) | Producción (Ton) | (%) Frecuencia agricultores ( $p_i$ ) | (%) Producción ( $q_i$ ) | % Acumulado agricultores ( $P_i$ ) | % Acumulado producción ( $Q_i$ ) | $Q_i+Q_{i-1}$ | $p_i(Q_i+Q_{i-1})$ |              |
| De 0 a 5                                  | 339                     | 24.66                                 | 82.61            | 0.98                                  | 0.37                     | 0.98                               | 0.37                             | 0.37          | 0.363              |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 6                       | 42.04                                 | 140.83           | 0.02                                  | 0.63                     | 1.00                               | 1.00                             | 1.37          | 0.024              |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 1.00                             | 2.00          | 0.000              |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 1.00                             | 2.00          | 0.000              |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 1.00                             | 2.00          | 0.000              |              |
| Más de 100                                | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 1.00                             | 2.00          | 0.000              |              |
| <b>Total</b>                              | <b>345</b>              | <b>66.70</b>                          | <b>223.45</b>    | <b>1</b>                              | <b>1</b>                 | <b>4.98</b>                        | <b>5.37</b>                      | <b>9.74</b>   | <b>0.387</b>       | <b>IGINI</b> |
|   |                         |                                       |                  |                                       |                          |                                    |                                  |               |                    | <b>0.613</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003

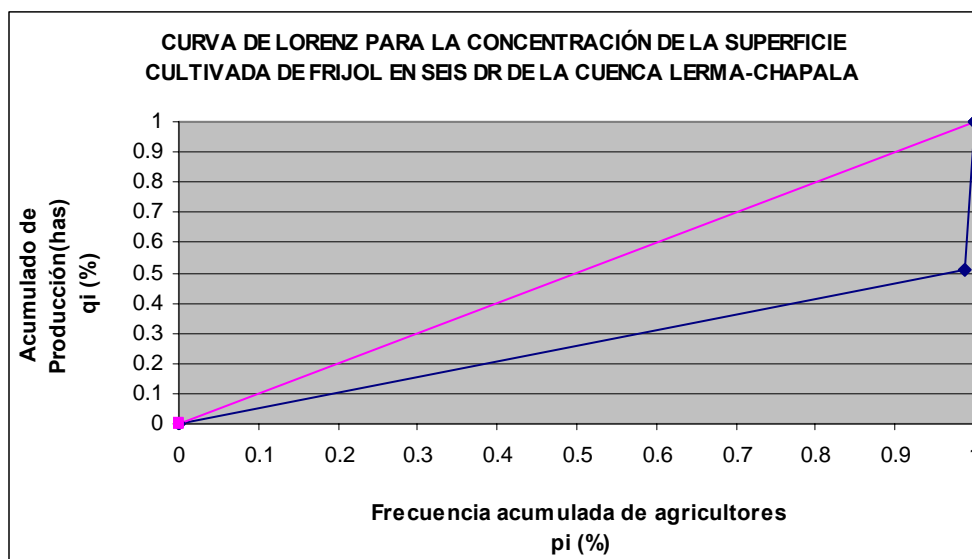


**Figura 4.23. Gráfica de la concentración de la producción de garbanzo en seis DR y UR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala**

**Cuadro 4.42. Índice de Gini de la concentración de la producción de frijol en seis DR encuestados**

| frijol                                    |                         |                                       |                  |                                       |                          |                                    |                                  |               |                    |              |
|---|-------------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Intervalos de Superficie de cultivo (has) | Frecuencia agricultores | Superficie de cultivo acumulada (has) | Producción (Ton) | (%) Frecuencia agricultores ( $p_i$ ) | (%) Producción ( $q_i$ ) | % Acumulado agricultores ( $P_i$ ) | % Acumulado producción ( $Q_i$ ) | $Q_i+Q_{i-1}$ | $p_i(Q_i+Q_{i-1})$ |              |
| De 0 a 5                                  | 341                     | 35.34                                 | 78.45            | 0.99                                  | 0.51                     | 0.99                               | 0.51                             | 0.51          | 0.504              |              |
| De 5.01 a 10.0                            | 4                       | 34.00                                 | 75.48            | 0.01                                  | 0.49                     | 1.00                               | 1.00                             | 1.51          | 0.018              |              |
| De 10.01 a 20.0                           | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 1.00                             | 2.00          | 0.000              |              |
| De 20.01 a 30.0                           | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 1.00                             | 2.00          | 0.000              |              |
| De 30.01 a 100.0                          | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 1.00                             | 2.00          | 0.000              |              |
| Más de 100                                | 0                       | 0.00                                  | 0.00             | 0.00                                  | 0.00                     | 1.00                               | 1.00                             | 2.00          | 0.000              |              |
| <b>Total</b>                              | <b>345</b>              | <b>69.34</b>                          | <b>153.93</b>    | <b>1</b>                              | <b>1</b>                 | <b>4.99</b>                        | <b>5.51</b>                      | <b>10.02</b>  | <b>0.521</b>       | <b>IGINI</b> |
|   |                         |                                       |                  |                                       |                          |                                    |                                  |               |                    | <b>0.479</b> |

**Fuente:** Elaboración con resultados de las encuestas del proyecto "Análisis y diagnóstico social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala". IMTA, 2003



**Figura 4.24. Gráfica de la concentración de la producción de frijol en seis DR encuestados en la cuenca Lerma-Chapala**



## CONCLUSIONES

---

Con la elaboración de esta tesis, se llegó a las siguientes conclusiones:

La información de las encuestas permitió la realización de este trabajo y se logró mostrar, para el caso particular de la cuenca Lerma-Chapala, desde algunas características sociodemográficas de los agricultores usuarios de riego, como la edad del jefe de familia, el nivel de escolaridad, las fuentes de ingresos; hasta aspectos productivos como formas de cultivo, de tenencia de la tierra, formas de acceso al agua, la tendencia que prevalece en la región hacia la concentración de superficies de cultivo especialmente menores a 10 hectáreas; así mismo, se confirma que la propiedad ejidal es la principal y mayoritaria forma de tenencia de tierra, lo que también sucede al evaluar cada Distrito de Riego.

Además de lo anterior, el aporte principal es que se logró la aplicación del Índice de Gini en los Distritos de Riego encuestados y se obtuvieron resultados coherentes con la realidad, pues en lo que se refiere a la concentración de la tierra, la distribución de la superficie es desigual en determinados casos como en el DR 061 “Zamora” donde cuatro personas concentran lo que treinta, y como también sucede en el o en DR 011 “Alto Río Lerma” donde una persona tiene 130 hectáreas. Es importante tomar en cuenta que en este trabajo no resulta útil hacer una comparación entre los Distritos de Riego, pero si se puede analizar al interior de cada uno de ellos y determinar las políticas de reparto para una distribución más homogénea de toda la región,

En cuanto a la concentración de la producción, los resultados indicaron que para los seis Distritos de Riego, el cultivo que más se concentra entre ellos es la alfalfa y el de menor concentración el de frijol, pero en los seis cultivos estudiados existe desigualdad en la distribución de la producción. Cabe mencionar que es importante considerar el tamaño de la muestra, ya que fue diferente para cada DR, lo que puede influir en el aumento o disminución del índice

Además de la gran utilidad que representa utilizar el índice de Gini como una medida de concentración del ingreso, (como se señala en la literatura que aborda el análisis de la distribución del excedente en la economía), es posible su aplicación en la medición de cualquier variable que signifiquen un recurso que se distribuye entre unos elementos. Sin embargo se deben tomar algunas consideraciones como que es necesario recordar que cualquier indicador que se calcule a partir de los datos de una muestra tiene asociado un error de estimación que determina si la información generada tiene la precisión estadística requerida.

## BIBLIOGRAFÍA

---

1. Calderón, S. Jorge A. **Agricultura Mexicana y Tratado de Libre Comercio de América del Norte**. Página: <http://www.prd.org.mx/ierd/CI12/jcs1.htm>
2. Cañez, N. Nancy A. **A una década de la Transferencia de los Distritos de Riego en México: el caso de Altar-Pitiquito-Caborca en Sonora. 1994-2003**.
3. Cedeño, S. Roberto. **Tenencia de la Tierra y Desarrollo Rural**. Página: [http://www.sra.gob.mx/internet/agronuevo/num12/Roberto\\_Cede%C3%B1o\\_S%C3%A1nchez.pdf](http://www.sra.gob.mx/internet/agronuevo/num12/Roberto_Cede%C3%B1o_S%C3%A1nchez.pdf)
4. Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Jorge L. Tamayo" (Centro Geo) SEP-CONACYT. **Atlas cibernético de la cuenca Lerma-Chapala**
5. Página: <http://www.centrogeo.org.mx/CiberAtlas/Chapala.htm>
6. Comisión Nacional del Agua (CNA). **Estadísticas del Agua en México 2004**. México, 2004
7. Comisión Nacional del Agua (CNA). **Programa Hidráulico Regional 2002-2006 Región VIII Lerma-Santiago-Pacífico**. México, 2002
8. Comisión Nacional del Agua. (CNA), Subdirección de Infraestructura, **Programa para la Transferencia de los Distritos de Riego**. Julio, 1990.
9. Comisión Nacional del Agua. (CNA), **Transferencia de Distritos de Riego a los Usuarios. Propuesta de acciones para el mejoramiento del desempeño de las asociaciones de usuarios y sus sociedades**. IMTA, 2001

10. Comisión Nacional del Agua., Gerencia de Distritos de Riego, 1990. **Características de los Distritos de Riego. Año agrícola 1990**
11. Cortés, Fernando., Rubalcava R. M. **Técnicas Estadísticas para el estudio de la desigualdad social.** El Colegio de México. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). México, 1983.
12. Dourojeanni, Axel, et al. **Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica.** CEPAL.
13. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile, agosto de 2002.
14. Fraga, Gabino. **Derecho Administrativo**, Ed. Porrúa, México, 1971.
15. Goerlich, Francisco J. **Desigualdad, diversidad y convergencia: (Algunos) Instrumentos de Medida.** Departamento de Análisis Económico, Universidad de Valencia. Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, S. A., España, octubre 1998.
16. Güitrón, Alberto. 2003 **Manejo Integral del Agua en la cuenca Lerma Chapala.** Revista Tlaloc N<sup>o</sup>, mayo-agosto. IMTA
17. Hernández, A. Cipriana. **Propuesta Metodológica de Planeación aplicada a las cuencas hidrológicas, como unidades básicas de gestión (Ejemplo de caso: “Cuenca Lerma-Chapala”).** Tesis de Maestría. UNAM, México 2002.
18. Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT. Dirección de Investigación e Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas. **Diagnóstico bio-físico y socio-económico de la cuenca Lerma-Chapala.** Diciembre 2003
19. López R., Eduardo. **Cambio Institucional y Transferencia de Distritos de Riego. Algunos comentarios sobre el Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma.** Cuadernos de Investigación Social. Publicación del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Mayo-diciembre, 2000 número 3.

20. Medina, Fernando. **Consideraciones sobre el índice de Gini para medir la concentración del ingreso.** Serie de estudios estadísticos y prospectivos, N° 9. División de Estadística y Proyecciones Económicas. CEPAL. Santiago de Chile, marzo 2001.
21. Prado R. Xóchitl. **Reorganización social y territorial para la distribución del agua. El caso del Distrito de Riego Morelia-Queréndaro**
22. Programa Nacional de Modernización del Campo, 1990-1994., Comercio Exterior. Octubre, 1990.
23. Priego, A., Cotler, H., Fragoso, A., Luna, N., y Enríquez, C. 2004. **La dinámica ambiental de la cuenca Lerma Chapala.** Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT. Gaceta N° 71, Pp 23-38. México.
24. SEMARNAT. <http://www.semarnat.gob.mx/regiones/chapala/.shtml>
25. Tangley L. 1987. Fighting Central America´s other war.
26. *Bioscience* 37(11): 772-777.
27. Vargas, S. A. Artículo: **Expresión del Índice de Gini para frecuencias no unitarias.** I. E. S. “Alfonso X el Sabio de Toledo”
28. [http://es.wikipedia.org/wiki/Curva\\_de\\_Lorenz](http://es.wikipedia.org/wiki/Curva_de_Lorenz)