



**Caracterización de los Sistemas de Producción en la Cuenca
Lerma-Chapala a escala regional**

Helena Cotler, Alejandra Fregoso y José Luis Damián

**Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas
Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y
Conservación de Ecosistemas**

Abril 2006

Análisis de los Sistemas de Producción en la Cuenca Lerma-Chapala

Helena Cotler, Alejandra Fregoso y José Luis Damián

Introducción¹

El uso del territorio en la cuenca Lerma-Chapala ha ido variando durante los últimos siglos siguiendo los vaivenes políticos y económicos del país. Sin embargo cada etapa ha ido dejando sus huellas en el paisaje. Algunos de los principales eventos que aún marcan al territorio de la cuenca son la introducción de los cereales a mediados del siglo XVIII después de la crisis minera, para proveer a la ciudad de México. Posteriormente, a mediados del siglo XX la instalación del corredor industrial que une en sus extremos a dos de las principales ciudades del país (México y Guadalajara) y la construcción de importantes obras hidráulicas² dieron un nuevo impulso a la producción agropecuaria. A partir de esa fecha, la apuesta del desarrollo de la cuenca tuvo como uno de sus ejes principales la instalación de una agricultura intensiva y mecanizada. Como consecuencia, actualmente (2000) el uso de suelo agrícola es de 26,761 km², lo cual constituye el 50% de la cuenca mientras los pastizales inducidos cubren casi el 11%.

Dada la extensión, importancia social y económica que cubren las actividades agrícolas y pecuarias en la cuenca Lerma-Chapala consideramos que éstas merecen un análisis particular que nos permita visualizar su organización, manejo y vulnerabilidad.

Para el propósito de este estudio, las múltiples actividades agropecuarias se han agrupado en sistemas, agrícolas y pecuarios. Este enfoque facilita la evaluación *ex_ante* de inversiones y políticas concernientes con la población rural (Dixon *et al.* 2001).

Los sistemas de producción se definen como el conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno ó más productos agrícolas y pecuarios (Jouve, 1988). Estos sistemas, complejos y dinámicos,

¹ Este estudio contó con el apoyo del personal de ASERCA, en particular del Ing. Pablo Francisco Pérez.

² Entre 1950-1999 se construyeron el 66% de las presas, de las cuales el 51% se orientó para el riego (Cotler y Gutierrez, 2005)

están fuertemente influenciados por el medio rural externo, incluyendo mercado, infraestructura y políticas, entre otros (Figura 1). Sin embargo el peso de cada uno de los componentes dependerá del tipo de sociedad en estudio. El análisis de los elementos biofísicos, económicos y humanos en un sistema de producción son interdependientes, por lo cual su estudio de manera sistémica permite una visión integral de una situación específica, más que una suma de elementos, analizándola desde varios puntos de vista.

Los sistemas agrícolas y pecuarios de la cuenca Lerma-Chapala han sido sujeto de estudios en diversas publicaciones aunque siempre con un nivel de detalle localizado (Mollard *et al.* 2005; Grandmougin, 2004). Sin embargo, esos estudios constituyen una gran fuente de información para la explicación de los procesos que ocurren a nivel regional.

El objetivo del presente trabajo es identificar y ubicar de manera espacial los principales sistemas de producción que se realizan en la Cuenca Lerma-Chapala, para dar lineamientos sobre la problemática y vulnerabilidad de estos sistemas.

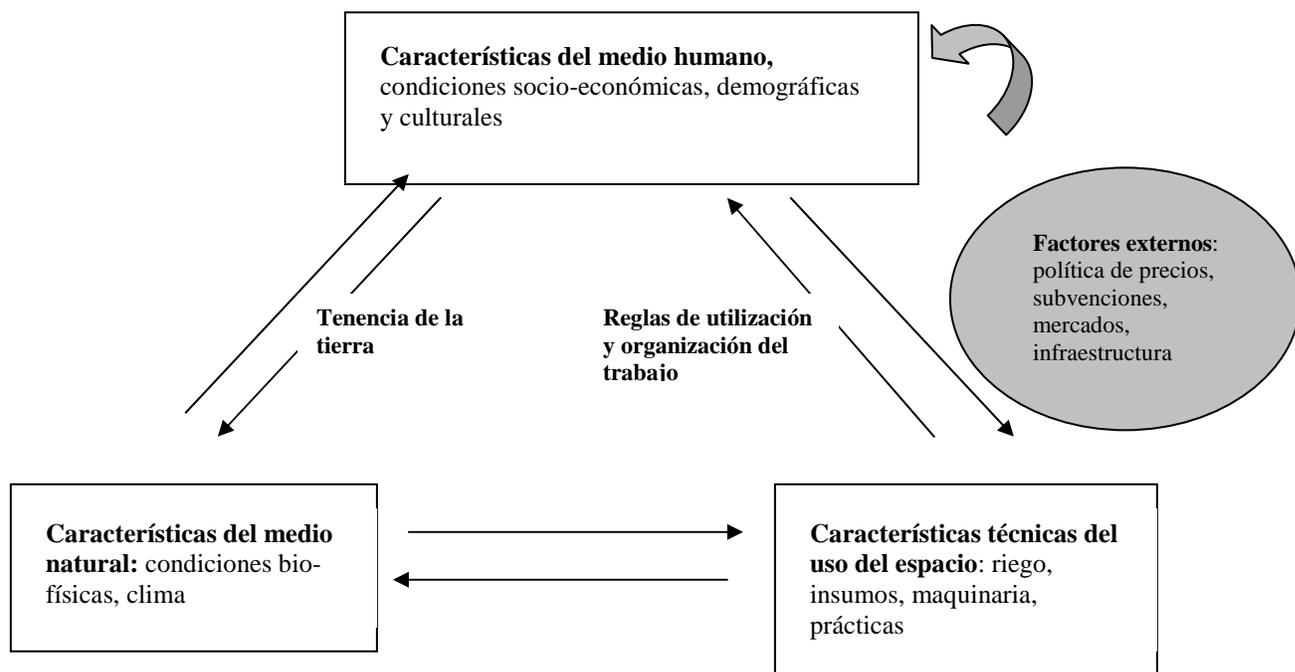


Figura 1. Modelo simplificado del funcionamiento de un sistema de producción

Metodología

La unidad geográfica de análisis utilizada en el presente estudio para elaborar el modelo espacial de sistemas de producción de la cuenca Lerma – Chapala fue el municipio. Las fuentes de información empleadas fueron las siguientes:

- *Delimitación geográfica de los municipios*, correspondiente al marco geoestadístico municipal de INEGI (2000).
- *Información agrícola* correspondiente al Servicio de Información Estadística Agropecuaria y Pesquera (SIAP- SAGARPA, 2002) para el año 2002.
- *Información pecuaria*: Anuarios Estadísticos de los Estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro y Estado de México del 2002 (INEGI). SAGARPA. Información proporcionada por las Delegaciones de Desarrollo Agropecuario de los Estados de Querétaro, Jalisco y Guanajuato.
- *Distribución espacial de tenencia de la tierra*, información proporcionada por ASERCA
- *Distribución espacial de AGEB y tenencia de la tierra*, Censo Agropecuario 1991 INEGI.
- *Delimitación geográfica de la cuenca*, correspondiente a la demarcación del INE (INE, 2003).

La elaboración del modelo espacial de sistemas de producción de la cuenca, parte del análisis integrado de tres insumos básicos los cuales, se elaboraron de manera previa e independiente. Estos insumos son la caracterización de los principales sistemas agrícolas y pecuarios que ocurren en la cuenca así como, una caracterización de tenencia de la tierra. A continuación, se describirá el método utilizado para cada uno de los casos mencionados.

1. Sistemas Agrícolas

Caracterización de cultivos sembrados

Se analizó la base de datos agrícola del Servicio de Información Estadística Agropecuaria y Pesquera (SIAP – SAGARPA, 2002), de donde se obtuvo un registro de los cultivos sembrados en los municipios de la cuenca Lerma Chapala. A partir de ese listado, se seleccionaron aquellos cultivos que presentan una mayor superficie sembrada al interior del territorio. Se analizó la superficie sembrada por cultivo en cada modalidad agrícola (riego y temporal), posteriormente se procedió a caracterizar el municipio agrícolamente, en función de los cultivos sembrados y la superficie sembrada de cada cultivo.

El desarrollo de la agricultura en la cuenca Lerma Chapala está asociada a la construcción de obras hidráulicas para el riego. Hoy en día, la cuenca presenta 8 Distritos de Riego (DR) y 16,000 Unidades de Riego (UR). La creación, organización y gestión de estas unidades está ampliamente discutida en Vargas y Mollard (2005). Más específicamente Mollard *et al* (2005) acotan que los DR provienen de tres orígenes “ la creación a partir de nada cuando una presa abre nuevas zonas de riego, la incorporación o la federación de UR existentes y la incorporación de nuevas UR luego de la construcción de una pequeña presa”. El mismo autor afirma que hoy en día estos módulos tienen más agua que en el pasado sin que las superficies hayan aumentado y que pueden administrar mejor los años de déficit. Sin embargo la abundancia del agua no es sinónimo de más rigor en la gestión.

Especialización agrícola

Se caracterizó cada municipio de acuerdo a su especialización agrícola es decir, se analizó la cantidad de superficie sembrada de cada cultivo, respecto a la superficie total sembrada de ese cultivo en la región. Dicha caracterización se obtuvo a través del Índice de Especialización Agrícola (Ecuación 1). Este índice permite comparar el comportamiento de la variable, en este caso, la superficie sembrada de cada cultivo, al interior del municipio, entre el comportamiento de la misma variable a nivel regional.

En el caso de que *EA* sea menor que 1, significa que el patrón de la variable a nivel municipal se encuentra por abajo del patrón regional. En el caso de que *EA* sea igual a 1, significa que el patrón de la variable a nivel municipal, es igual al patrón regional.

Mientras que en el caso de que *EA* sea mayor que 1, significa que el patrón de la variable a nivel municipal se encuentra por arriba del patrón regional y se consideró, para fines de este estudio, que ese municipio se *especializa en el cultivo de ese(os) cultivo(s)*. Esto debido a que el patrón de siembra de esos cultivos, es mucho más alto que en el resto de los municipios que conforman la región de análisis.

$$EA = \frac{Sc_{ij} / Sc_j}{Sc_i / Sc_r} \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

donde:

EA = Coeficiente de especialización agrícola del municipio por la superficie sembrada de los cultivos.

Sc_{ij} = Superficie sembrada del cultivo *i* en el municipio *j*

Sc_j = Total de la superficie sembrada del municipio *j*

S_i = Total de la superficie sembrada regional del cultivo *i*

S_r = Total de la superficie sembrada regional

Clase de rendimiento agrícola

Una vez caracterizado cada municipio por los cultivos que siembra y por su especialización agrícola, se procedió a determinar el rendimiento de estos cultivos según 5 clases descritas a continuación: Muy bajo (mb), Bajo (b), Medio (m), Alto (a) y Muy alto (ma). El método utilizado para la obtención de las clases fue el de Natural Breaks. En este caso, el rango de la clase media incluye el valor del rendimiento promedio nacional de cada cultivo. Este valor promedio, se obtuvo de los datos publicados a nivel nacional por el SIAP – SAGARPA (cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimientos a nivel regional y a nivel nacional de los cultivos más importantes.

Clases de rendimiento agrícola (Natural breaks)							
Rendimientos	ALFALFA VERDE	AVENA FORRAJERA EN VERDE	CEBADA GRANO	FRIJOL	MAÍZ GRANO	SORGO GRANO	TRIGO GRANO
Promedio nacional*	43.367	22.249	5.693	0.917	3.506	3.395	5.289
Promedio regional	59.78	15.57	4.69	0,90	3,87	5.44	4.13
Clases de Rendimiento							
mb = Muy Bajo	6.81 – 21.00	4.21 – 9.09	0.83 – 1.80	0.08 – 0.43	0.31 – 1.80	1.00 – 2.64	0.70 – 1.69
b = Bajo	21.01 – 38.78	9.10 – 12.85	1.81 – 3.24	0.44 – 0.68	1.81 – 2.80	2.65 – 4.50	1.70 – 3.05
m = Medio	38.79 – 60.58	12.86 – 17.23	3.25 – 4.78	0.69 – 0.95	2.81 – 3.99	4.51 – 5.81	3.06 – 4.85
a = Alto	60.59 – 81.00	17.24 – 23.00	4.79 – 5.74	0.96 – 1.40	4.00 – 5.56	5.82 – 7.45	4.86 – 6.19
ma = Muy Alto	81.01 – 97.00	23.01 – 40.25	5.75 – 7.50	1.41 – 2.03	5.57 – 8.13	7.46 – 9.43	6.20 – 8.00

Fuente: SIAP – SAGARPA. Situación al 31 de Mayo de 2002

2. Sistemas Pecuarios

La caracterización del sistema pecuario siguió un procedimiento similar al agrícola, en este caso, se caracterizó su especialización pecuaria y clase pecuaria, referente en este caso al número de ganado por municipio. El análisis se basó únicamente en el ganado de tipo bovino, caprino, porcino y ovino, las aves quedaron fuera del análisis, ya que su crianza es básicamente en granjas o en traspatios y su impacto sobre los recursos naturales es muy diferente al del resto del ganado.

Especialización pecuaria

A nivel municipal, se analizó el número cabezas de ganado de la población pecuaria así como, el análisis de la especialización pecuaria utilizando el índice de especialización pecuaria por municipio. En este caso, el índice analiza el número de cabezas de ganado de cada municipio, respecto al patrón de cabezas de ganado a nivel regional (Ecuación 2).

$$EP = \frac{Cg_{ij} / Cg_j}{Cg_i / Cg_r} \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

donde:

$EP =$ *Coficiente de especialización pecuaria del municipio por el número de cabezas de ganado.*

$Cg_{ij} =$ *Número de cabezas de ganado del tipo i en el municipio j*

$Cg_j =$ *Total de cabezas de ganado del municipio j*

$Cg_i =$ *Total cabezas de ganado a nivel regional del tipo i*

$Cg_r =$ *Total de cabezas de ganado a nivel regional*

Clase de cabezas de ganado

Una vez caracterizado cada municipio según su especialización pecuaria, se procedió a hacer la caracterización por clases pecuarias agrupadas en 5 clases según el número de de cabezas de ganado. El método utilizado para la obtención de clases fue el de Natural Breaks e incluye las siguientes clases: Muy bajo (mb), Bajo (b), Medio (m), Alto (a) y Muy alto (ma).

3. Tenencia de la tierra

La caracterización de la tenencia de la tierra a nivel municipal se realizó a partir de la base de datos espacial del Registro Agrario Nacional (RAN) sin embargo, esta cobertura no cubre la totalidad de la superficie de la cuenca, por lo que la información restante se complementó con la base de datos espacial de AGEBS y AGROS-INEGI. Este procedimiento se realizó mediante un análisis en pantalla.

En ambos casos, el tipo de tenencia considerada en el presente trabajo, fue la de mayor importancia por su representación a nivel regional. En este sentido, se trabajó únicamente con la tenencia del tipo Ejidal y la de Propiedad privada. El procedimiento para complementar la información de tenencia de la tierra, de aquellos municipios que no contaran total o parcialmente con la información de tenencia se describe a continuación.

Criterios para la sección de municipios con información sobre tenencia de la tierra

1. Selección de aquellos municipios que contaran con un mínimo de 50% de su superficie dentro de la cuenca. Los municipios ubicados en el límite de la cuenca

con un mínimo de 50% de su superficie dentro de la misma, fueron seleccionados para su análisis y los otros se descartaron.

2. Posterior a la selección, aquellos municipios que contaran con hasta un 75% de su superficie con información de tenencia del RAN, se mantuvo dicha fuente sin complementar el vacío de información faltante.
3. Los municipios que contaran con información de tenencia de la tierra del RAN, menor al 75%, ésta se complementó con la información proveniente de la fuente de las AGEBS - INEGI.

La manera en la que se complementó la información faltante incluyó los siguientes pasos:

1. Cruce de base de datos espacial de la cobertura de municipios y la del RAN,
2. Cruce de la base de datos espacial de la cobertura de municipios y la de AGEBS.
3. Análisis en pantalla de las dos coberturas preliminares, obtenidas en los dos pasos anteriores (municipios-RAN y municipios- AGEBS), para identificar los vacíos del tipo de tenencia del RAN e identificar el tipo de tenencia de la base de AGEBS.
4. Incorporación y complemento de la información de tenencia de la tierra de la cobertura de municipio – AGEBS, a la cobertura del tenencia municipios - RAN.
5. Una vez que complementada la información de tenencia de la tierra, se caracterizó el municipio según su porcentaje por tipo de tenencia, respecto a la superficie neta del municipio.

Clases de tenencia de la tierra

En este caso, se definieron seis clases de tenencia de la tierra según su distribución porcentual dentro del municipio. Los tres tipos de tenencia utilizados para definir las clases fueron, tenencia Ejidal, Propiedad privada y Otros. Las dos primeras tenencias son las de mayor importancia para los municipios de la cuenca, en el caso de Otros, se agrupó la tenencia del tipo Comunal y de Zona Federal.

2.3 Sistemas de Producción

La caracterización de los sistemas de producción de la cuenca Lerma – Chapala, es producto del análisis integrado a nivel municipal, tanto de los sistemas agrícola y pecuario, como de la caracterización de tenencia de la tierra. La información se analizó de manera matricial de la forma siguiente:

1. Tenencia de la tierra vs. Sistemas Agrícolas (Ten_SA)
2. Tenencia de la tierra vs. Sistemas Pecuarios (Ten_SP)
3. Integración de Ten_SA y Ten_SP

En primer lugar se elaboró la matriz de tenencia de la tierra y sistemas agrícolas, en donde se agruparon los casos que resultaron similares. De manera independiente, se analizó el resultado de la matriz de tenencia de la tierra y sistemas pecuarios, en donde también se identificaron patrones repetitivos. Finalmente, los resultados de las dos matrices se analizaron de manera conjunta, dándole mayor énfasis a la matriz de tenencia de la tierra y sistemas agrícolas.

Resultados

1. Sistemas Agrícolas

En los municipios que circunscriben la cuenca Lerma – Chapala se cultivan 148 diferentes cultivos (granos, hortalizas y árboles frutales), tanto anuales ya sea en la modalidad de riego o de temporal, o como cultivos perennes. Estos cultivos para el año agrícola 2002, ocuparon una superficie agrícola total de 23,169 km², equivalente a un 43% de la superficie total de la cuenca. Esta superficie se caracterizó por la presencia de tan sólo siete cultivos que ocupan el 85% de la superficie agrícola neta de la región. En este punto es importante aclarar el papel del agua, cantidad, calidad y flexibilidad en la distribución, para la definición de los cultivos. La distribución del agua no es homogénea a lo largo de la cuenca. Los Estados de México y Jalisco constituyen las entidades con menos agua para

riego. En cuanto al almacenamiento, estos estados cuentan con 77 y 40 presas respectivamente (Cotler y Rodríguez, 2005), mientras que los Estados de Guanajuato, Michoacán y Querétaro mantienen 190, 226 y 14 presas respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Superficie sembrada con riego y de temporal por Estado

Estado	Total (Km ²)	Riego (%)	Temporal (%)
Edo. de México	3642,63	19,39	80,61
Guanajuato	9557,8	42,36	57,64
Jalisco	3347,91	13,38	86,62
Michoacán	4586,15	30,76	69,24
Querétaro	838,81	31,82	68,18

El cultivo del maíz y el de sorgo ocupan el 65% de la superficie agrícola de la cuenca así como, el mayor número de municipios caracterizados por una cobertura agrícola principalmente de estos dos cultivos (Cuadro 3). Eso se puede corroborar al analizar la superficie agrícola de riego y de temporal destinada a cada cultivo (Cuadro 3).

Los siete cultivos principales ocupan una extensión de 6482.2 Km² con riego y 11,291 km² de temporal. En el caso del cultivo de maíz, este es el cultivo de mayor importancia por su superficie sembrada tanto en las zonas de riego agrícola 4% (2155.23 Km²), como en las de temporal 17% (9295.72 Km²).

Cuadro 3. Superficie agrícola en modalidad de riego y de temporal de los 7 principales cultivos

Cultivo	Superficie Total		Agricultura de Riego			Agricultura de Temporal		
	Km2	%	Municipios No.	Superficie Km ²	%	Municipios No.	Superficie Km ²	%
Alfalfa verde	690.85	1.29	50	690.85	1.29	0	0	0.00
Avena forrajera en verde	593.11	1.11	35	155.85	0.29	63	437.26	0.82
Cebada grano	727.19	1.36	37	594.6	1.11	10	132.59	0.25
Frijol	1511.85	2.82	43	245.77	0.46	70	1266.08	2.36
Maíz grano	11450.95	21.37	99	2155.23	4.02	173	9295.72	17.35
Sorgo grano	3701.96	6.91	70	1776.32	3.31	89	1925.64	3.59
Trigo grano	1022.95	1.91	60	863.6	1.61	23	159.35	0.30

En el cuadro 3, se observa que el patrón a nivel regional del maíz, es también característico de la agricultura de temporal a nivel estatal. En este caso, el maíz es el cultivo con mayor superficie para todos los estados, seguido de los cultivos de sorgo y frijol (1093 y 1077 Km² respectivamente) para el estado de Guanajuato. Para los estados de Michoacán (sup. maíz, 1770 Km²) y Jalisco (sup. de maíz, 1343 Km²), el segundo cultivo de mayor importancia es el sorgo con una superficie destinada para su siembra de 501 y 330 Km², respectivamente. Mientras que para el estado de México, el segundo cultivo de mayor importancia además del maíz (2654 Km²) es la avena, con una superficie de 181 Km². Como se observa la superficie agrícola destinada para el maíz es significativamente mayor que la destinada a cualquier otro cultivo. En este punto es necesario destacar que dada la escala de análisis no se pudo desglosar todas las modalidades del cultivo de maíz (maíz híbrido, maíz criollo, entre otros).

Cuadro 3. Superficie agrícola en modalidad de riego y de temporal de los 7 principales cultivos por Estado.

Superficie sembrada en agricultura de riego (No. de Municipios y Km ²)														
ESTADO	ALFALFA		AVENA		CEBADA		FRIJOL		MAÍZ		SORGO		TRIGO	
	No. Mpo.	Sup. Km ²												
Guanajuato	40	563.48	38	69.48	34	498.06	76	185.62	37	903.11	33	1373.53	34	486.80
Jalisco	20	39.60	5	23.53	4	27.80	16	18.70	13	124.69	14	38.42	18	86.30
México	8	2.18	12	7.32	2	0.20	4	0.72	25	694.76	1	0.50	7	2.65
Michoacán	49	40.89	51	40.41	19	48.25	71	27.91	52	290.68	42	330.05	45	283.52
Querétaro	5	44.70	6	14.61	4	20.29	7	12.82	6	141.99	4	33.82	3	4.33

Superficie sembrada en agricultura de temporal (No. de Municipios y Km ²)														
ESTADO	ALFALFA		AVENA		CEBADA		FRIJOL		MAÍZ		SORGO		TRIGO	
	No. Mpo.	Sup. Km ²												
Guanajuato			13	85.03	6	111.00	42	1077.07	43	3028.55	35	1093.91	12	97.94
Jalisco			6	9.93	1	0.20	23	51.32	26	1343.37	25	329.67	2	4.60
México	2	0.05	41	181.23	10	16.11	19	10.44	45	2653.89			24	28.62
Michoacán	5	0.62	57	159.57	5	5.12	93	58.22	69	1769.93	54	500.77	36	27.17
Querétaro			3	0.57	1	0.08	6	69.03	6	499.98	2	1.29	2	0.93

Respecto al patrón de la superficie agrícola de riego, el maíz es el cultivo con mayor superficie, a excepción de los Estados de Guanajuato y Michoacán, en donde el cultivo con mayor superficie sembrada es el sorgo (1372 y 324 Km², respectivamente). Para Guanajuato el segundo cultivo de mayor importancia es el maíz, en el caso de Michoacán, son los cultivos de maíz y trigo.

Los rendimientos de los cultivos analizados a nivel estatal son muy heterogéneos (Cuadro 4). Es importante señalar que la presencia de agua para riego, podría estar explicando los altos y medios rendimientos en el estado de Guanajuato, donde sin embargo los cultivos de maíz y frijol presentan rendimientos menores que los rendimientos regionales. Al contrario de Guanajuato, el estado de Jalisco presenta altos rendimientos en estos dos cultivos. Estos resultados contrastan con los rendimientos presentados por los estados de Michoacán y México, los cuales presentan un patrón de rendimiento de bajo y muy bajo para prácticamente todos los cultivos. Los resultados que aquí se presentan constituyen parte de una tendencia a nivel de regional de baja de rendimientos que se presenta con claridad desde 1990 en los 8 DR de la cuenca (Mollard *et al* 2005).

Sin embargo, además del agua de riego como determinante del rendimiento, no podemos dejar de considerar las condiciones climáticas y bio-físicas que determinan la aptitud natural del territorio. Para ello, es importante recordar las condiciones más frías de las zonas montañosas del Estado de México y la mayor humedad de las laderas de Michoacán a diferencia de las zonas de laderas del estado de Guanajuato (http://www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/mapa_clima_ich.html).

Cuadro 4. Rendimientos de los 7 cultivos principales por Estado.

Estados	Maíz	Frijol	Alfalfa	Avena	Cebada	Trigo	Sorgo
Guanajuato	BAJO – MUY BAJO	BAJO – MUY BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO – MUY ALTO	ALTO – MUY ALTO
Jalisco	ALTO – MUY ALTO	ALTO – MUY ALTO	BAJO – MUY BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO – MUY BAJO	BAJO – MUY BAJO
Edo. México	MEDIO	ALTO – MUY ALTO	BAJO – MUY BAJO				
Michoacán	BAJO – MUY BAJO	ALTO – MUY ALTO	BAJO – MUY BAJO	BAJO – MUY BAJO			
Querétaro	BAJO – MUY BAJO	BAJO – MUY BAJO	MEDIO	ALTO – MUY ALTO	BAJO – MUY BAJO	ALTO – MUY ALTO	ALTO – MUY ALTO

BAJO – MUY BAJO

MEDIO

ALTO – MUY ALTO

En la cuenca se pueden agrupar 15 principales sistemas agrícolas. Cada uno de ellos se caracteriza por la presencia de uno o más cultivos durante el año agrícola y por presentar uno o varios cultivos con mayor especialización agrícola (Figura 2). El año agrícola incluye cultivos sembrados durante el periodo primavera – verano (P – V), cultivos sembrados durante el periodo otoño – invierno (O –I) así como los cultivos perennes (Pr).

En el cuadro 5 se describen las 15 clases de los principales sistemas agrícolas. La asociación de cultivos sembrados en el periodo P-V se representan con el símbolo -, mientras que la asociación de cultivos sembrados en el periodo O - I se representan con el símbolo +. Los cultivos perennes se representan de la siguiente manera: \bar{a} (alfalfa). Los cultivos que se siembran tanto en el periodo O-I y P-V, se representan como sigue: ave (avena).

Cuadro 5. Sistemas Agrícolas en la Cuenca Lerma - Chapala

Clase	Año Agrícola 2002 Pr, (P-V), (O-I)	Especialización Agrícola*	No. Cultivos
1	m	m	1
2	ave - m	m	2
3	f - m - s	f / m	3
4	ave - m - t / f	m / ave	3
5	f - m - s + t	s - t / m	4
6	ave - m - t - f / c	ave / m	4
7	f - m - s / \bar{a}	f / a	4
8	\bar{a} - f - m - s + t	s - t / m	5
9	ave - f - m - s - t	m	5
10	\bar{a} - ave - m - s - f	m / ave	5
11	\bar{a} - f - m - s + c +	t - s	6
12	\bar{a} - <u>ave</u> - f - m - s	a - s / m	6
13	\bar{a} - <u>ave</u> - c - f - m	a - f	7
14	\bar{a} - <u>ave</u> - c - f - m	m - a / f	7
15	\bar{a} - <u>ave</u> - f - m - s	t - s - c	7

m = maíz, ave= avena, f= frijol, s=sorgo, t=trigo, c=cebada, a =alfalfa; - asociación de cultivos sembrados en periodo (P-V), + rotación de cultivos sembrados en periodo (O-I); \bar{a} cultivos perennes; ave cultivos sembrados por igual en los dos periodos (P-V) y (O-I).

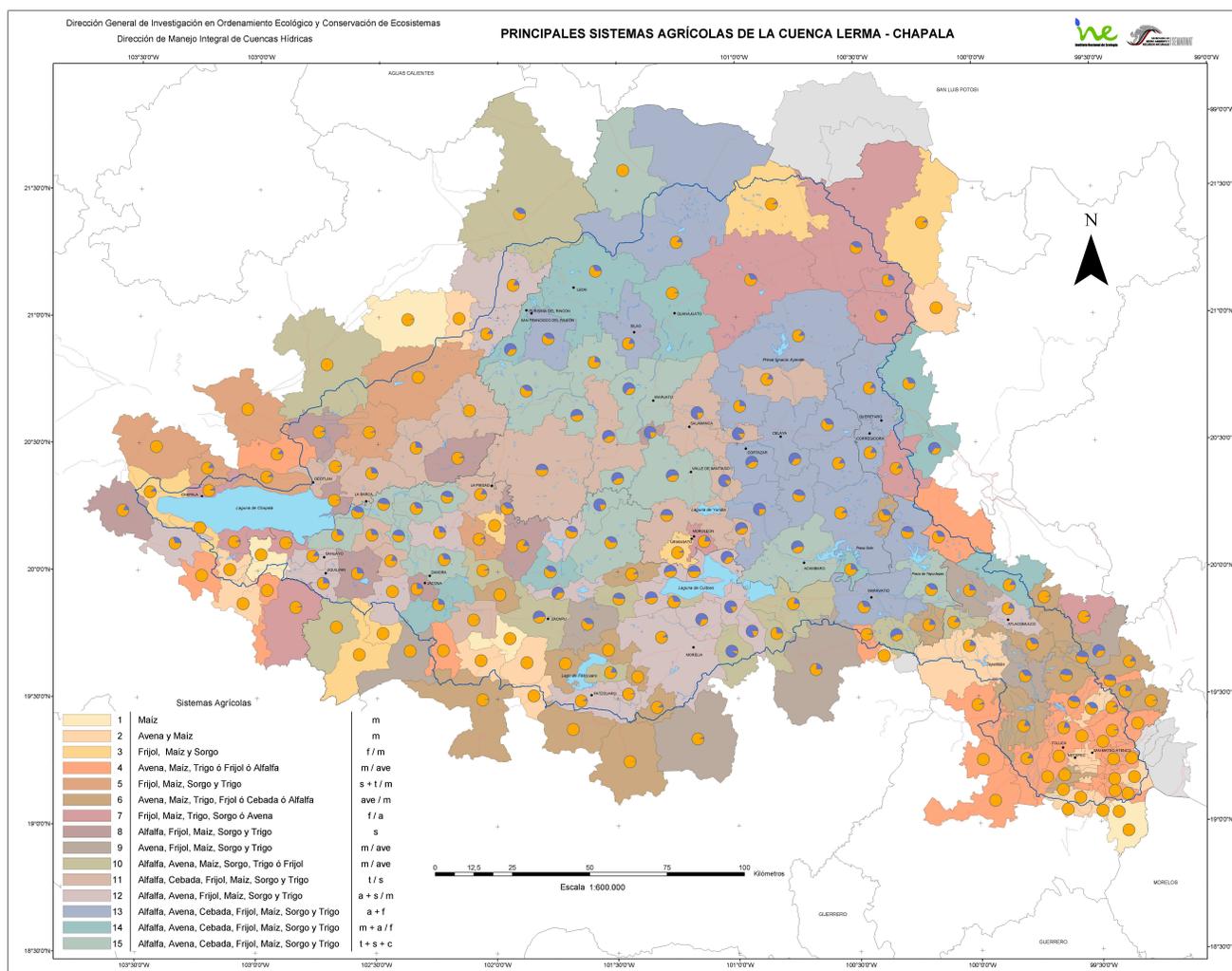


Figura 2. Principales sistemas agrícolas de la cuenca Lerma – Chapala.

Vale la pena recalcar que debido a la escala de estudio y a la entidad administrativa de análisis, no pudieron representarse algunos sistemas agrícolas particulares por sus requerimientos de agua (calidad y flexibilidad), tecnología, conocimiento y altos ingresos, como las hortalizas. Aunque es conocido el DR 045 por sus producciones de hortalizas y flores con altas láminas de agua.

Sin embargo, si se pudo establecer una relación clara entre algunos cultivos de la cuenca y la industria agro-alimentaria. En ese sentido, en base a un análisis de cercanía, se pudo establecer una correlación entre el cultivo de agave de algunos municipios de Jalisco y

Guanajuato y la industria tequilera; asimismo se encontró una correlación entre el cultivo de hortalizas y algunas agroindustrias del Estado de Michoacán.

2. Sistemas Pecuarios

El tipo de ganado presente en la cuenca Lerma – Chapala es principalmente bovino y porcino. Cabe mencionar que el ganado porcino, a diferencia del resto, generalmente se encuentra confinado en sitios de producción (corrales, granjas); mientras que el ganado bovino, ovino y caprino generalmente corresponde a sistemas de ganado del tipo extensivo. En el cuadro 6, se presenta el número de cabezas total por tipo de ganado así como, el número de cabezas de ganado por estado. En el caso de los estados de Jalisco, Guanajuato y Michoacán, el ganado bovino es el de mayor número de cabezas de ganado seguido del ganado porcino. Este patrón es invertido para los estados de Querétaro y México; cabe mencionar este último estado, presentan casi un tercio de la población de ganado de la región.

Cuadro 6. Número de cabezas de ganado total por tipo pecuario en la Cuenca Lerma – Chapala.

Estado	Bovino	Ovino	Caprino	Porcino
Querétaro	95,588	28,202	21,958	204,159
Jalisco	586,910	258,917	84,328	391,876
Guanajuato	781,311	251,098	191,499	464,300
México	411,198	140,088	200,760	1,092,585
Michoacán	1,265,624	181,427	299,519	680,803
Total	3,140,631	859,732	798,064	2,833,723

A continuación se presenta la clasificación realizada según el número de cabezas de ganado respecto al promedio nacional a partir del método de *natural breaks*, cabe recordar que en este caso la clase media, corresponde al promedio regional (Cuadro 6).

Cuadro 6. Clases pecuarias según el número de cabezas de ganado respecto al promedio regional.

Clases pecuarias según número de cabezas				
Promedio Regional	BOVINO	CAPRINO	OVINO	PORCINO
	16275	5270	5225	20362
Muy Bajo	1403 - 7363	72 - 2561	27 - 1112	308 - 4121
Bajo	7364 - 13924	2562 - 4696	1113 - 2742	4123 - 8783
Medio	13925 - 22787	4697 - 11563	2743 - 5747	8784 - 25000
Alto	22788 - 41358	11564 - 21199	5748 - 1110	25001 - 40000
Muy Alto	41359 - 271364	22000 - 31317	11111 - 46952	40001 - 804432

Los principales sistemas pecuarios que se reconocen en la cuenca son 7 (Cuadro 7). El sistema con mayor representación en la cuenca, a nivel municipal, corresponde al sistema 1 (27%), donde el ganado bovino presenta una ligera mayoría. Este sistema se encuentra distribuido a lo largo de la cuenca (con excepción del Estado de México). Posteriormente, por número de municipios, le sigue el sistema 2 y 4 caracterizados por la especialización en el ganado caprino y ovino, respectivamente. Es importante hacer notar que la presencia de ganado caprino se da principalmente en el Estado de Guanajuato (Figura 3) mientras que en el Estado de México se observa una dominancia espacial del ganado ovino³, explicándose por una demanda concreta de este recurso por lo habitantes de la Ciudad de México. El siguiente sistema de mayor importancia es el 6, el cual se caracteriza por una especialización pecuaria del tipo porcino, si bien varios municipios de la cuenca presentan esta dominancia, se constata la presencia de un corredor entre Guanajuato-Michoacán. Finalmente, los sistemas con menor representación en la cuenca son el 3 y 5, los cuales se caracterizan por una especialización pecuaria compartida del tipo caprino y bovino y ovino y caprino, respectivamente.

³ Al respecto es necesario aclarar que no se cuentan con la información completa de la ganadería en el Estado de México.

Cuadro 7. Principales sistemas pecuarios en la Cuenca Lerma – Chapala (Clasificación según número de cabezas de ganado respecto al valor medio de la región)

Sistema Pecuario	Especialización Pecuaría	Mpo. No.	Clases Pecuarías según número de cabezas de ganado			
			BOVINO	CAPRINO	OVINO	PORCINO
1	b	42	Bajo - Medio	Muy Bajo - Bajo	Muy Bajo - Bajo	Muy Bajo - Bajo
2	c	34	Muy Bajo - Medio	Medio - Muy Alto	Muy Bajo - Bajo	Muy Bajo - Medio
3	c + b	10	Muy Bajo - Medio	Muy Bajo - Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
4	o	36	Muy Bajo - Bajo	Muy Bajo	Medio - Muy Alto	Muy Bajo - Bajo
5	o + c	9	Medio	Medio - Alto	Alto - Muy Alto	Muy Bajo - Bajo
6	p	22	Medio	Muy Bajo - Medio	0 - Bajo	Alto - Muy Alto
SR	Sin Registro					

b =bovino; c=caprino; o=ovino; p=porcino; + = la presencia de los dos tipos pecuarios

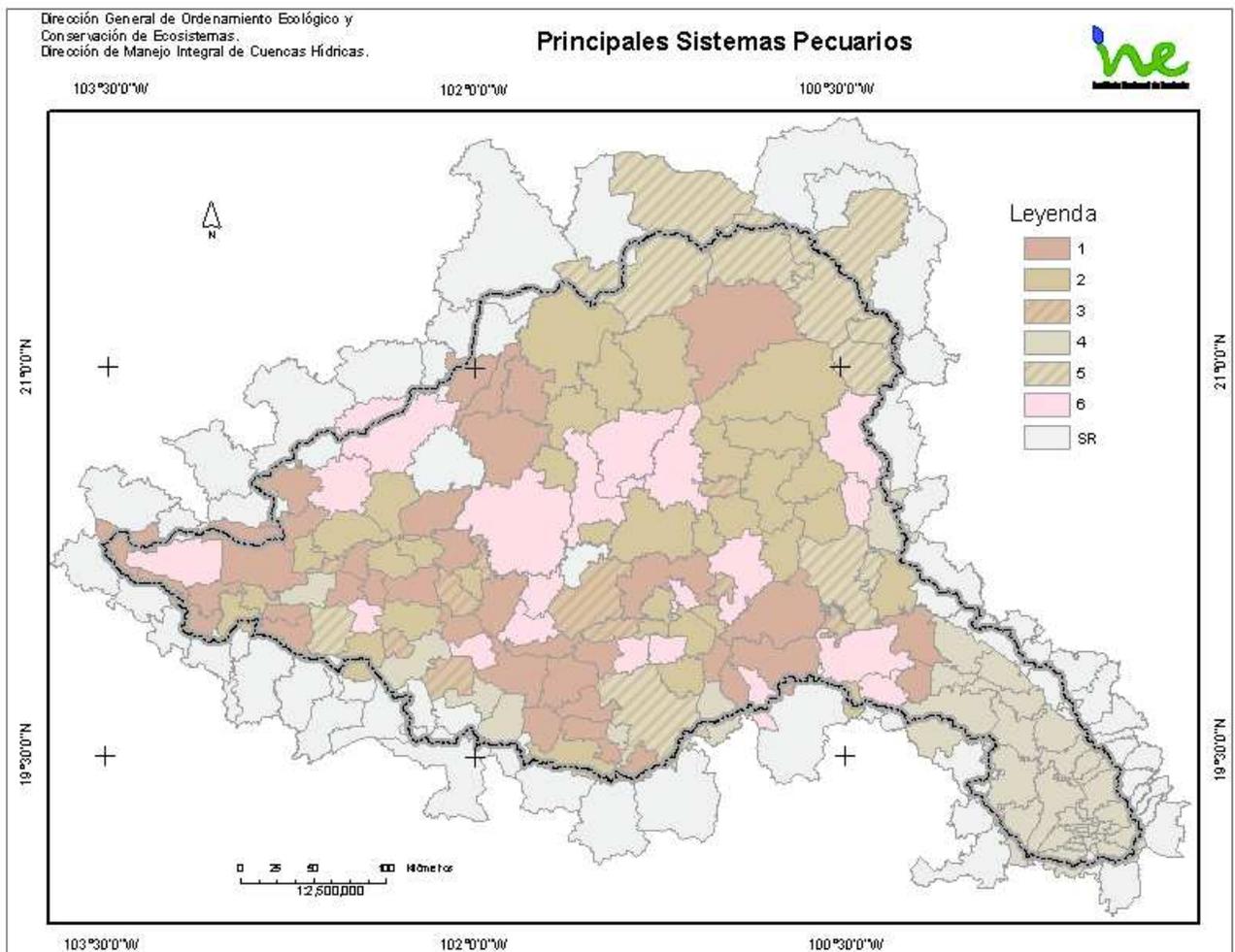


Figura 3. Principales sistemas pecuarios en la Cuenca Lerma – Chapala.

3. Tenencia de la tierra

Los municipios que contaron con una superficie mayor al 50% dentro de la cuenca totalizaron 155. El Estado con un mayor número de municipios dentro de la cuenca es Michoacán (64), seguido de Guanajuato (40), Jalisco (17), Estado de México (31). Mientras que el estado de Querétaro, presenta el menor número de municipios dentro de la misma (3). La caracterización de los municipios de acuerdo a su tenencia de la tierra se basó en clases según el porcentaje por tipo de tenencia (Cuadro 8).

Cuadro 8. Distribución de la tenencia de la tierra según los municipios de cada estado

Estado	No. Mpios	Tenencia de la tierra (Km ²)		
		Ejido	Propiedad Privada	Otro
Guanajuato	40	9253.26	13348.17	714.54
Jalisco	17	1234.73	3493.22	2010.78
México	31	1931.71	1217.48	2109.39
Michoacán	64	6124.48	5297.95	6726.67
Querétaro	3	478.18	134.64	509.76
Total	155	19022.36	23491.44	21251.14

La clasificación de tenencia de la tierra presenta 6 clases (Cuadro 8). En este sentido, la clase con una mayor frecuencia (45 mpos.) en la cuenca es la clase 2, caracterizada por una distribución similar entre tenencia ejidal y propiedad privada. La segunda clase en dominancia es la clase 3 caracterizada por una dominancia de tenencia ejidal 30-60%. Las clases con menor frecuencia en la cuenca son la clase 1, caracterizada por presentar una cobertura principalmente ejidal >60% y la clase 4 caracterizada por una cobertura principalmente de propiedad privada >60%.

Tabla 8. Clases de tenencia de la tierra según porcentaje por tipo de tenencia y número de municipios por clase.

Clase	Ejidal	Propiedad privada	Municipios
	%	%	No.
1	>60	<30	16
2	30-60	30-60	45
3	30-60	<30	31
4	<30	>60	17
5	<30	30-60	26
6	<30	<30	20

En la figura 4, se observa la distribución de los distintos grupos de tenencia de la tierra en la cuenca. En el caso de los Estados de Guanajuato y Jalisco, la superficie estatal dentro de la cuenca Lerma – Chapala, se caracteriza por tener un tipo dominante de tenencia correspondiente al de propiedad privada.

La tenencia ejidal es mayoritaria en el estado de México, característico también del DR 033, donde predomina el cultivo de maíz en base a variedades locales, con pocos insumos externos, degradación de suelos, lo que repercute en mantener la productividad más baja de la cuenca (Mollard *et al.* 2005).

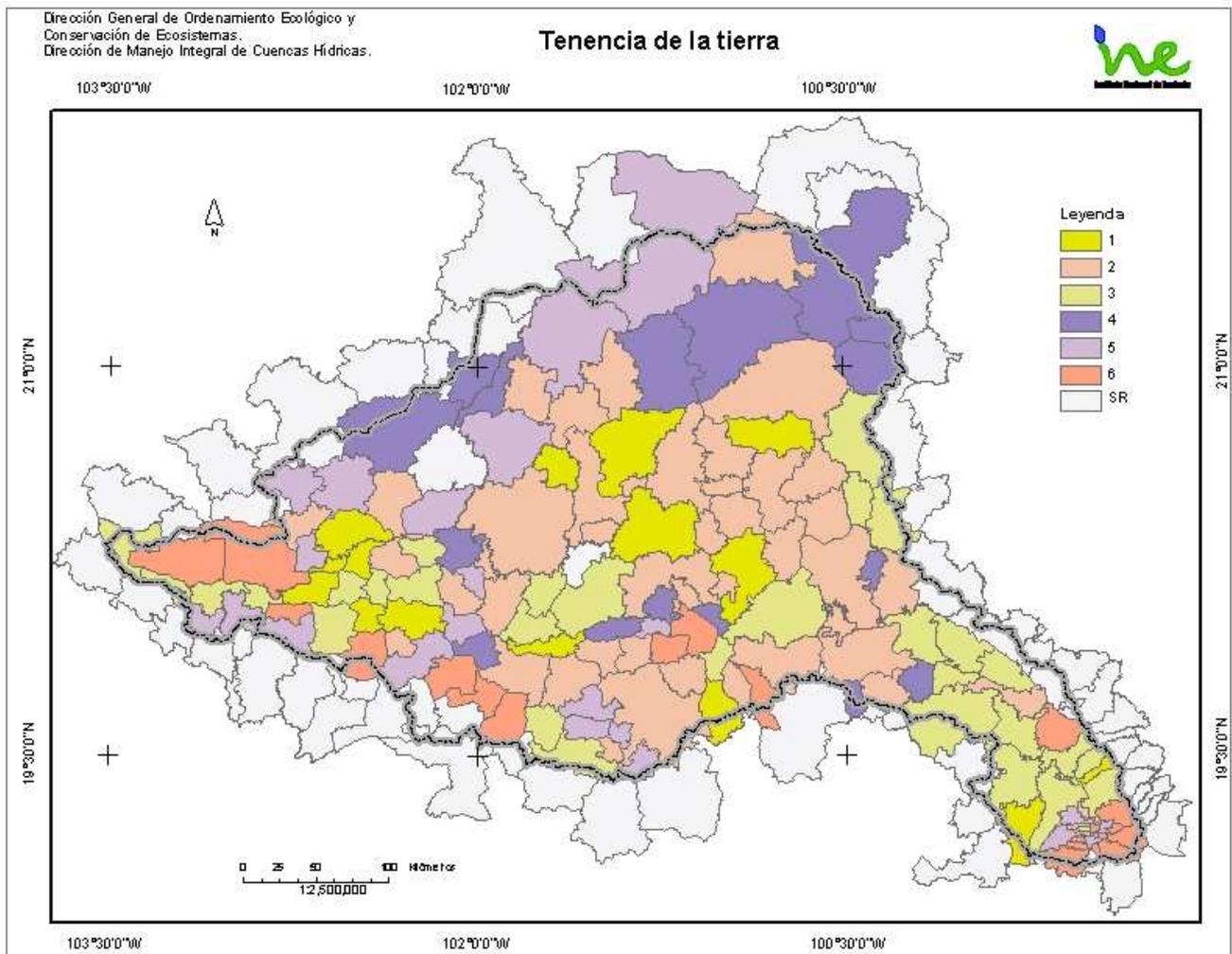


Figura 4. Clases de tenencia de la tierra en la cuenca Lerma Chapala.

La propiedad privada es común en los extensos municipios del estado de Guanajuato. En el resto de la cuenca, se presenta una situación mixta en cuanto a la tenencia de la tierra, aunque haya una distribución diferencial entre los tamaños de las parcelas.

4. Sistemas de Producción

El análisis de sistemas de producción tiene como finalidad identificar, caracterizar y cartografiar las principales asociaciones de cultivos, los cultivos asociados a la presencia de riego, las principales asociaciones de ganado y los principales tipos de tenencia de tierra que se encuentran en la Cuenca Lerma Chapala, a nivel regional (1:250,000). Cabe

mencionar, que al analizar/interpretar la información presentada en este estudio sobre sistemas de producción, se debe considerar que el análisis incluyó la generalización de la información de los tres componentes (agrícola, pecuario y tenencia).

Los principales sistemas de producción identificados fueron 17. Estos se establecieron bajo el análisis integral de los tres componentes más significativos: *tenencia de la tierra*, *sistema agrícola* y *sistema pecuario*. En el Cuadro 9, se presenta la descripción de los sistemas según estos componentes. El modelo espacial de los principales sistemas de producción que se observan en la cuenca se representa en la Figura 5.

El Grupo A. está representado por sistemas de producción con una tenencia de la tierra mayoritariamente Ejidal (Ejidal >60) y Propiedad privada <30%. La especialización agrícola característica del grupo, son los cultivos de trigo, sorgo y cebada (t-s-c) así como, una especialización pecuaria de ganado caprino. Su distribución es principalmente al centro y este de la cuenca en los estados de Guanajuato y Jalisco.

El Grupo B. está representado por sistemas de producción con una tenencia de la tierra mixta (ejidal 30-60% y Privada 30-60%), no existe una especialización agrícola única. Las principales asociaciones de cultivos son: trigo y sorgo además de alfalfa y frijol en el estado de Guanajuato así como, la amplia diversidad de asociaciones que ocurren en el estado de Michoacán. Además de las dos asociaciones anteriores también se siembra la asociación maíz o avena o bien, alfalfa y sorgo o maíz. En relación a la especialización pecuaria, tampoco existe una especialización única sin embargo, el ganado más común son el caprino, y bovino. Este grupo es el de mayor distribución en la cuenca, especialmente en el estado de Guanajuato y el estado de Michoacán.

El Grupo C. está representado por sistemas de producción cuya tenencia de la tierra es Ejidal 30-60% y Privada <30%. La especialización agrícola es mixta, la asociación más común es la de maíz o avena sin embargo, también se encuentran los siguientes cultivos: frijol o alfalfa, alfalfa, sorgo y maíz y la asociación trigo, sorgo, cebada. En términos pecuarios, no existe una especialización generalizada para este grupo sin embargo, sí se observa una influencia fuerte del ganado porcino. La distribución de este grupo se da mayoritariamente en el estado de Michoacán y México siendo el segundo de mayor distribución al interior de la cuenca. Cabe mencionar que para el caso de Querétaro, los

únicos tres municipios con información sobre sistemas de producción, se encuentran dentro de este grupo.

El Grupo D. está representado por sistemas de producción cuya tenencia de la tierra es mayoritariamente propiedad privada (Ejidal <30% y Privada >60%). Respecto a la especialización agrícola, los cultivos que presentan un patrón de especialización mayor es el de alfalfa y frijol y avena o maíz. Respecto a la especialización pecuaria, se tiene que el ganado caprino, ovino y bovino son los de mayor importancia. La presencia de este grupo es mucho menor a los dos grupos anteriores, su presencia se encuentra ubicada al norte de Guanajuato y distribuida de manera poco uniforme en Michoacán.

El Grupo E. está representado por sistemas de producción cuya tenencia de la tierra puede ser ejidal o de propiedad privada (Ejidal <30% y Privada 30-60%). En este grupo la asociación de cultivos que presentan una mayor especialización es el de maíz o avena En el caso de la especialización pecuaria, el ganado bovino es el dominante. La distribución de este grupo se encuentra principalmente en Michoacán y el estado de México.

El Grupo F. está representado por sistemas de producción cuya tenencia de la tierra puede ser ejidal o de propiedad privada (Ejidal <30% y Prop. Privada <60%). En este grupo la asociación de cultivos que presentan una mayor especialización agrícola es alfalfa y sorgo o maíz. En el caso de la especialización pecuaria, se dominante de ganado caprino o bovino. La presencia de este grupo en la cuenca es poca, ubicándose principalmente en Michoacán.

El Grupo G. está representado por sistemas de producción cuya tenencia de la tierra mixta, aunque ligeramente con predominancia de la propiedad privada (Ejidal <30% y Privada 30-60%). En este caso la especialización agrícola es en el cultivo del la alfalfa o el frijol. La especialización pecuaria es del tipo ovino o caprino. Este grupo es poco representativo ubicado a las orillas de la cuenca en los estados de Guanajuato, Jalisco y Michoacán.

El Grupo H. está representado por sistemas de producción cuya tenencia de la tierra mixta, (Ejidal <30% y Privada <30%). En términos de la especialización agrícola, los cultivos más importantes so: maíz o avena y respecto a la especialización pecuaria es el ganado ovino el de mayor dominancia. La distribución de este grupo también se da a las orillas de la cuenca especialmente en los estados de México y Michoacán.

Tabla 9. Principales Sistemas de Producción en la cuenca Lerma – Chapala.

Grupo	Tenencia de la tierra		Especialización agrícola*		Especialización pecuaria**	
	Ejidal (%)	Prop. privada (%)				
A	>60	<30	t - s - c	Trigo y sorgo y cebada	c	Caprino
B	30-60	30-60	m / ave	Maíz o avena	o / b	Ovino o bovino
			t - s	Trigo y sorgo	c / p	Caprino o porcino
			a - s / m	Alfalfa y sorgo o maíz	b / c	Bovino o caprino
			a - f	Alfalfa y frijol	c	Caprino
C	30-60	<30	m / ave	Maíz o avena	o	Ovino
			f / a	Frijol o alfalfa	p / o / c / b	Porcino u ovino o caprino o bovino
			a - s / m	Alfalfa y sorgo o maíz	p / b	Porcino y bovino
			t - s - c	Trigo y sorgo y cebada	b / c	Bovino o caprino
D	<30	>60	ave / m	Avena o maíz	c	Caprino
			a - f	Alfalfa y frijol	o - c	Ovino y caprino
			a - s / m	Alfalfa y sorgo o maíz	b	Bovino
E	<30	30-60	m / ave	Maíz o avena	b / o	Bovino u ovino
			s - t	Sorgo y trigo	b	Bovino
F	<30	<30 o 30-60	a - s / m	Alfalfa y sorgo o maíz	c / b	Caprino o bovino
G	<30	30-60	a / f	Alfalfa y frijol	o / c	Ovino o caprino
H	<30	<30	m / ave	Maíz o avena	o	Ovino

*según rendimiento regional; m = maíz, ave= avena, f= frijol, s=sorgo, t=trigo, c=cebada, a =alfalfa.

**según patrón pecuario regional; b =bovino; c=caprino; o=ovino; p=porcino.

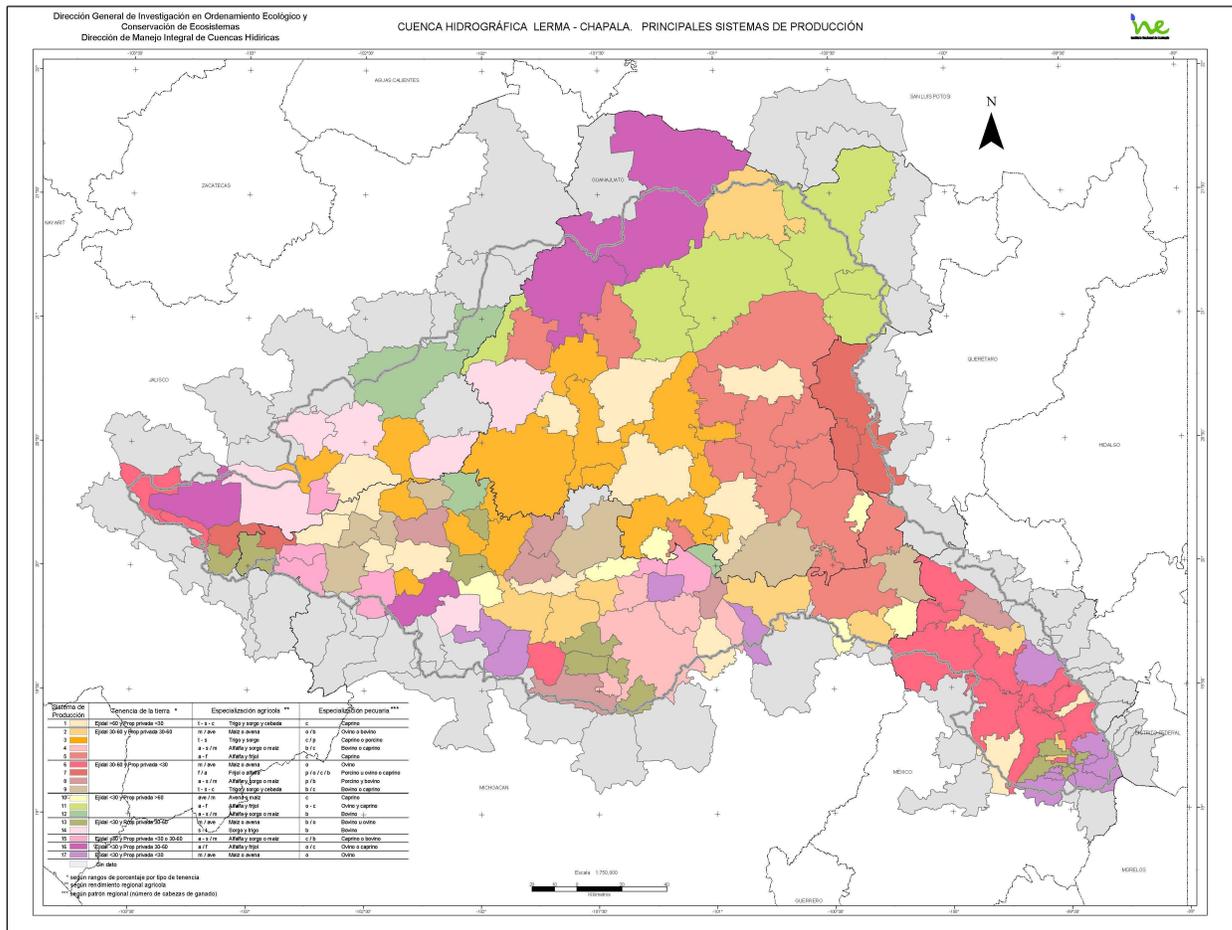


Figura 5. Principales Sistemas de Producción en la cuenca Lerma – Chapala.

Conclusiones y discusión

La caracterización de los sistemas de producción a escala regional permite tener una perspectiva espacial integral del uso del territorio, de sus recursos (suelo, agua y vegetación), del manejo actual y por ende de las posibles externalidades para la cuenca.

Los sistemas de producción identificados en el presente trabajo indican una amplia distribución tanto de los sistemas agrícolas como de los sistemas pecuarios en las diferentes clases de tenencia de la tierra. Es decir, que tanto en municipios principalmente ejidales como en aquellos donde domina la propiedad privada, se practican casi todos los sistemas agrícolas y pecuarios. Estos pueden ser sistemas agrícolas que siembran pocos cultivos (2-3 diferentes cultivos), hasta los que llegan a sembrar los siete cultivos

principales de la región. Este patrón nos estaría indicando que la tenencia de la tierra no es la variable determinante para la elección de uno ó más cultivos. Existen otras condiciones que podrían estar teniendo más peso para la elección de los cultivos como la presencia de agua, en términos de calidad, control y flexibilidad en la distribución, el mercado, la cercanía de carreteras y la aptitud natural del territorio. En todo caso es primordial reconocer que los límites entre los sistemas de producción no son estáticos sino más bien están constituidos por estados transicionales.

La presencia de sólo siete cultivos que cubren el 85% de la cuenca es una muestra palpable de la tecnificación de la agricultura, incentivando principalmente monocultivos, en particular cereales. Este panorama no es reciente, esta región se ha caracterizado históricamente por esta especialización, que se ha ido intensificando en las últimas décadas por las políticas y programas agrícolas cuyo énfasis era la siembra de estos cultivos (por ejemplo PROCAMPO).

En relación a los sistemas agrícolas, la especialización de cultivos, y aún más el uso de pocas variedades mejoradas sugieren el desplazamiento de variedades locales, lo cual incrementa la vulnerabilidad ambiental, agrícola, social y económica de la cuenca. El empobrecimiento de la diversidad genética de los cultivos, el aumento de insumos agrícolas, como pesticidas y fertilizantes, componentes básicos del paquete tecnológico impactan al medio ambiente (biodiversidad, suelo y agua); mientras que la dependencia a los precios internacionales y a la presencia de alguna plaga específica aumenta la vulnerabilidad de la población ante el riesgo de perder o ver disminuido sus ingresos. Este tema requiere de estudios de agrodiversidad a mayor profundidad para determinar la situación de vulnerabilidad de la cuenca.

El bajo rendimiento de varios cultivos en los cinco estados y su tendencia temporal exigen la necesidad de analizar y reflexionar sobre el costo-beneficio socioambiental del uso del territorio, considerando particularmente el deterioro ambiental (http://www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/download/diag_lerma_chapala.pdf) que origina las prácticas inadecuadas de los sistemas agrícolas y las externalidades negativas provenientes del uso de insumos agroquímicos.

Los sistemas de producción brindan información de manera directa o indirecta sobre las prácticas agrícolas, las pecuarias y de manera indirecta se puede inferir la presencia del Estado mediante los programas de apoyo y/o el poder adquisitivo de los propietarios de las tierras para la compra de herramientas o maquinaria utilizada en las actividades agropecuarias. De esta forma, los sistemas de producción podrían constituir una herramienta útil para evaluar el impacto en el ambiente (suelo, agua), lo cual resulta esencial para el planteamiento de los programas de conservación de suelos, restauración de la vegetación y para un aprovechamiento sustentable del agua.

Es necesario recalcar la necesidad de contar con información completa y actualizada sobre el manejo agropecuario, tanto en cuanto a cultivos (variedades), insumos tecnológicos, agroquímicos, rendimientos, consumo de agua, de manera de evaluar objetivamente la situación del agro y su impacto en el medio ambiente.

Referencias

Bases de datos:

- Anuarios Estadísticos del Estado de Jalisco, 2002 (INEGI), del Estado de Michoacán, 2002 (INEGI), del Estado de Guanajuato, 2002 (INEGI), del Estado de Querétaro, 2002 (INEGI), del Estado de Estado de México, 2002 (INEGI).
- SAGARPA.- Delegación Estatal en Querétaro. Información pecuaria al 12/2003., Delegación Estatal en Jalisco. Información pecuaria al 12/2003, Delegación Estatal en Guanajuato. Información pecuaria al 12/2003.
- Servicio de Información Estadística Agropecuaria y Pesquera (SIAP). Anuario Agrícola por DDR. Actualización 2003. <http://www.siap.sagarpa.mx>
- Instituto Nacional de Ecología.2003. Cartografía de la cuenca Lerma-Chapala. Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas (www.ine.gob.mx)
- INEGI. 2000. Marco Geostadístico Municipal.
- FAO. Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza. 2001. <http://www.fao.org>
- Información Censal Agropecuaria. VII Censo Agropecuario. INEGI.

Analíticas

- Cotler H., Gutierrez S. 2005. Inventario y evaluación de las presas en la cuenca Lerma-Chapala, Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. http://www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/download/inv_eval_presas.pdf
- Dixon J., A. Gulliver, D. Gibbon. 2001. Global farming systems study: Challenges and priorities to 2030. Food and Agriculture Organization, 90p.
- Grandmougin B. 2004. Diagnostic et cartographie des systèmes de cultures irriguées du bassin Lerma-Chapala, Mexique. Institut de Recherche pour le Développement-Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México, 140p.
- Jouve P. 1988. Quelques reflexions sur la specificité et l'identification des systèmes agraires. Les cahiers de la Recherche Développement 20: 5-16.
- Mollard E., H. Matieu, A. Soquet, D. Tombrey. 2005. Los distritos de riego en la cuenca Lerma-Chapala, 101-160pp. En : S. Vargas y E. Mollard (Editores) Los retos del agua en la cuenca Lerma-Chapala. IMTA-IRD, 247p.

Acrónimos

AGEBS	Áreas Geoestadísticas Básicas (unidad mínima de planeación de INEGI)
AGROS	Información Censal Agropecuaria. VII Censo Agropecuario
ASERCA	Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria.
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
RAN	Registro Agrario Nacional
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Social, Pesca y Alimentación
SIAP	Servicio de Información Estadística Agropecuaria y Pesquera