



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

*CAMPUS PUEBLA*

PROGRAMA EN  
ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

## **ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD EN SISTEMAS AGRÍCOLAS CON PEQUEÑA IRRIGACIÓN EN EL MUNICIPIO DE TEPEACA, PUEBLA**

**RENÉ NERI NORIEGA**

**T E S I S**  
**PRESENTADA COMO REQUISITO**  
**PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

Puebla, Puebla  
2008

---

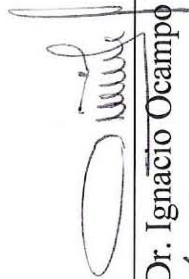
La presente tesis titulada: **Análisis de la sustentabilidad en sistemas agrícolas con pequeña irrigación en el municipio de Tepeaca, Puebla**; realizada por el alumno: **René Neri Noriega**; bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

## MAESTRO EN CIENCIAS


### PROGRAMA EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

#### CONSEJO PARTICULAR

Consejero

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ignacio Ocampo Fletes

Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Juan Francisco Escobedo Castillo

Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Andrés Pérez Magaña

Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Susana Edith Rappo Miguez

Puebla, Puebla, Mayo de 2008.



## AGRADECIMIENTOS

Al pueblo de México, quien a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), otorgó la beca para poder realizar los estudio de maestría.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, por permitirme formar parte de su comunidad estudiantil.

A mi consejero, Dr. Ignacio Ocampo, por orientarme y apoyarme en la realización de ésta tesis.

A mis asesores: Dr. Francisco Escobedo, Dra. Susana Rappo y Dr. Andrés Pérez por sus observaciones y recomendaciones para este trabajo.

En San Pablo Actipan:

A la sociedades de riego “El Chamizal y “Lázaro Cárdenas”, principalmente a los presidentes de las mesas directivas, Sr. Francisco Rojas y Sr. Faustino Zenteno, y a los socios que amablemente proporcionaron información para realizar esta tesis.

Al Sr. Hilario Rojas, por su apoyo en los recorridos en la localidad y la información proporcionada.

A los amigos que me apoyaron en el trabajo de campo: Guillermina, Oscar y Flor; y con los que hicimos trabajo en equipo en el municipio de Tepeaca: Spencer y Ana Elizabeth.

A mis padres, por la confianza y el apoyo que me han brindado.

Dedico esta tesis a:

Mis padres

Mis sobrinas: Angie y Ariadna

## CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE CUADROS ANEXO A.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xii
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>4</b>
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.2 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.3 PROPOSITO.....	8
1.4 OBJETIVOS.....	9
1.5 HIPÓTESIS.....	9
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL.....</b>	<b>10</b>
2.1.- EL DESARROLLO SUSTENTABLE.....	10
2.1.1.- <i>El neoliberalismo ambiental.</i> .....	13
2.1.2.- <i>El “Ambientalismo Social”</i> .....	15
2.2 EL DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE.....	17
2.3 LA AGROECOLOGÍA Y LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS.....	20
2.3.1 <i>Agroecosistemas</i> .....	21
2.3.2 <i>La sustentabilidad en los sistemas agrícolas</i> .....	23
2.4 APROXIMACIÓN A UNA CONCEPTUALIZACIÓN SOBRE UN SISTEMA AGRÍCOLA CON PEQUEÑO RIEGO SUSTENTABLE.....	29
<b>CAPITULO III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>35</b>
3.1 EL ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
3.2 LA UNIDAD DE ANÁLISIS.....	37
3.3 EL MESMIS COMO HERRAMIENTA METODOLÓGICA.....	39
3.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.4.1 <i>Encuesta</i> .....	46
3.4.2 <i>Entrevista</i> .....	47
3.4.3 <i>Observación directa</i> .....	47
3.4.4 <i>Fuentes secundarias</i> .....	48
3.5 ANÁLISIS DE DATOS.....	48

<b>CAPÍTULO IV. MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>49</b>
4.1 LA PEQUEÑA IRRIGACIÓN EN MÉXICO.....	49
4.2 LA PEQUEÑA IRRIGACIÓN EN EL ESTADO DE PUEBLA.....	50
4.3 LA REGIÓN CENTRO ORIENTE DEL ESTADO DE PUEBLA.....	53
4.4 LA PEQUEÑA IRRIGACIÓN EN EL MUNICIPIO DE TEPEACA.....	57
4.5 SAN PABLO ACTIPAN.....	58
4.5.1 <i>Tenencia de la tierra</i> .....	60
4.5.2 <i>Riego y drenaje</i> .....	61
4.5.3 <i>Actividad agrícola</i> .....	65
4.5.4 <i>Ganadería</i> .....	67
4.5.5 <i>Mano de obra empleada en el trabajo agrícola</i> .....	68
4.5.6 <i>Comercialización</i> .....	68
4.5.7 <i>Trabajo extraparcela</i> .....	69

<b>CAPITULO V. ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD EN SISTEMAS AGRÍCOLAS CON PEQUEÑO RIEGO EN SAN PABLO ACTIPAN.....</b>	<b>70</b>
5.1 PASO 1.-CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ESTUDIO.....	70
5.1.1 <i>Sistema de referencia: Sociedad “El Chamizal”</i> .....	70
5.1.2 <i>Sistema alternativo: Sociedad “Lázaro Cárdenas”</i> .....	79
5.2 PASO 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS.....	86
5.3 PASO 3.- SELECCIÓN DE LOS CRITERIOS DE DIAGNOSTICO E INDICADORES.....	87
5.4 PASO 4.- MEDICIÓN Y MONITOREO DE LOS INDICADORES.....	88
5.4.1 <i>Productividad</i> .....	88
5.4.2 <i>Estabilidad, resiliencia y confiabilidad</i> .....	94
5.4.3 <i>Adaptabilidad</i> .....	101
5.4.4 <i>Equidad</i> .....	103
5.4.5 <i>Autogestión</i> .....	105
5.5 PASO 5.- PRESENTACIÓN E INTEGRACIÓN DE RESULTADOS.....	108
5.6 DISCUSIÓN.....	112

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>119</b>
--------------------------	------------

<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>124</b>
-----------------------------	------------

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>127</b>
--------------------------	------------

<b>ANEXO A.....</b>	<b>133</b>
---------------------	------------

<b>ANEXO B.....</b>	<b>142</b>
---------------------	------------

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 4.1 Unidades de riego y superficie total de riego en México, por entidad federativa.....	51
Cuadro 4.2 Unidades de riego, organizadas y sin organizar, número de obras y superficie total regada, por distrito de desarrollo rural, Puebla.....	52
Cuadro 4.3 Unidades de riego organizadas y sin organizar. Región Centro Oriente. Puebla.....	56
Cuadro 4.4 Unidades domésticas según tamaño de predio, disponibilidad de riego.....	61
Cuadro 4.5 Pozos profundos. San Pablo Actipan.....	63
Cuadro 4.6 Número de unidades domésticas y cultivos sembrados.....	65
Cuadro 4.7 Unidades domésticas según cultivos manejados.....	66
Cuadro 4.8 Porcentaje de unidades domésticas, según fuerza empleada.....	66
Cuadro 4.9 Porcentaje de unidades domésticas que usan yunta y/o tractor, según propiedad. ....	66
Cuadro 4.10 Porcentaje de unidades domésticas, según uso de insumos químicos.....	67
Cuadro 4.11 Porcentaje de unidades domésticas por tipo de mano de obra empleada .....	68
Cuadro 4.12 Unidades domésticas, por tipo de actividad extraparcela.....	69
Cuadro 5.1 Número de productores con ganado y número de cabezas. “El Chamizal” .....	74
Cuadro 5.2 Número de socios de “El Chamizal” que pertenecen a otras sociedades de riego” .....	76
Cuadro 5.3 Número de productores con ganado y número de cabezas. Sociedad “Lázaro Cárdenas” .....	83
Cuadro 5.4 Número de socios de “Lázaro Cárdenas”, que pertenecen a otras sociedades de riego.....	84
Cuadro 5.5 Puntos críticos, por atributo, para los sistemas de estudio.....	87

Cuadro 5.6 Criterios de diagnóstico e indicadores de sustentabilidad para evaluar la sustentabilidad de los sistemas agrícolas con pequeño riego.....	89
Cuadro 5.7 Superficie sembrada, rendimiento obtenido y volumen de la producción por sociedad.....	90
Cuadro 5.8 Costos de producción y relación beneficio/costo. Sociedad “El Chamizal” .....	92
Cuadro 5.9 Costos de producción y relación beneficio/costo. Sociedad “Lázaro Cárdenas” .....	92
Cuadro 5.10 Costo total y relación beneficio/costo, por sistema.....	93
Cuadro 5.11 Número de cultivos manejados por sociedad de riego.....	94
Cuadro 5.12 Número de cultivos manejados por productor.....	95
Cuadro 5.13 Cantidad de agua extraída por sociedad.....	97
Cuadro 5.14 Superficie sembrada y regada por sociedad.....	98
Cuadro 5.15 Superficie sembrada por periodo y cultivo .....	99
Cuadro 5.16 Factor de potencia, por sociedad.....	100
Cuadro 5.17 Medidas tomadas a raíz de la disminución de la cantidad de agua, por sociedad.....	102
Cuadro 5.18 Número de productores dispuestos a tecnificar, por sociedad... ..	103
Cuadro 5.19 Superficie que se riega con un turno, por sociedad.....	105
Cuadro 5.20 Actividades de participación de los socios.....	105
Cuadro 5.21 Medición de la variable participación.....	106
Cuadro 5.22 Nivel de participación, por sociedad.....	106
Cuadro 5.23 Uso del dinero recaudado en la sociedades.....	107
Cuadro 5.24 Informes sobre uso del dinero en las sociedades.....	108
Cuadro 5.25 Definición de valores óptimos y calculo de valores ponderados de los indicadores de sustentabilidad.....	110



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Triángulo de Möbius para los tres objetivos contradictorios.....	27
Figura 2.2 Diagrama de un sistema agrícola con pequeño riego.....	31
Figura 3.1 Localización de San Pablo Actipan, Tepeaca, Puebla.....	38
Figura 3.2 Esquema general del MESMIS.....	40
Figura 4.1 Ubicación de pozos profundos en San Pablo Actipan.....	64
Figura 5.1. Pozo “El Chamizal”.....	71
Figura 5.2 Croquis del pozo y parcelas que integran la sociedad “El Chamizal. 72	
Figura 5.3 Cilantro y cebolla sembrados en las tierras de “El Chamizal” .....	73
Figura 5.4 Entrada de un sifón en donde se acumulan residuos sólidos.....	78
Figura 5.5 Croquis de la superficie de la sociedad “Lázaro Cárdenas” .....	79
Figura 5.6 Pozo “Lázaro Cárdenas” .....	80
Figura 5.7 Canaletas en la sociedad “Lázaro Cárdenas” .....	81
Figura 5.8 Brócoli cultivado en la sociedad “Lázaro Cárdenas” .....	82
Figura 5.9 Evaluación de los indicadores de sustentabilidad de los sistemas agrícolas con pequeño riego en San Pablo Actipan.....	111

## LISTA DE CUADROS ANEXO A

Cuadro 1	Superficie total, por tipo de tenencia, número de predios y superficie en la sociedad "El Chamizal".....	133
Cuadro 2	Superficie total, por tipo de tenencia, número de predios y superficie en la sociedad "Lázaro Cárdenas".....	134
Cuadro 3	Superficie sembrada por cultivo (Ha), julio-diciembre de 2006, sociedad "El Chamizal".....	135
Cuadro 4	Superficie sembrada por cultivo (Ha), enero-junio 2007, sociedad "El Chamizal".....	136
Cuadro 5	Superficie sembrada por cultivo (Ha), julio-diciembre 2006, sociedad "Lázaro Cárdenas".....	137
Cuadro 6	Superficie sembrada por cultivo (Ha), enero-junio 2007, sociedad "Lázaro Cárdenas".....	138
Cuadro 7	Superficie sembrada y regada, por socio. Sociedad "El Chamizal".....	139
Cuadro 8	Superficie sembrada y regada, por socio. Sociedad "Lázaro Cárdenas".....	140
Cuadro 9	Número de socios que conocen algún sistema de riego tecnificado.....	141
Cuadro 10	Beneficios del riego tecnificado.....	141

## RESUMEN

### ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD EN SISTEMAS AGRÍCOLAS CON PEQUEÑA IRRIGACIÓN EN EL MUNICIPIO DE TEPEACA, PUEBLA.

René Neri Noriega

En México los sistemas agrícolas con riego a pequeña escala resultan ser de gran importancia para las familias rurales. De éstos se obtienen productos alimenticios, ingresos, empleos y servicios. Sin embargo, el mal manejo del recurso agua está provocando cambios en el sistema que afectan su funcionalidad. Con el objeto de analizar el estado de sustentabilidad, se estudiaron dos agrosistemas que usan agua del subsuelo en San Pablo, Actipan, Tepeaca en el estado de Puebla. Estos sistemas agrícolas se encuentran en una región con un potencial de recursos naturales atractivos para el Estado, por lo que han existido movimientos sociales en defensa de éstos. El análisis se realizó con el enfoque agroecológico fundamentado en aspectos ecológicos, sociales y económicos.

La evaluación se realizó con el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Se realizó un estudio transversal comparando dos sociedades de riego: “El Chamizal” considerado como el sistema de referencia y “Lázaro Cárdenas”, que representó el sistema alternativo. Se utilizó como técnica cuantitativa la encuesta (se aplicaron 38) y como técnicas cualitativas la entrevista semiestructurada (2) y la observación directa. Se analizaron 12 indicadores

Los resultados muestran que en la sociedad “El Chamizal” (sistema de referencia) en la dimensión ecológica el indicador más débil es la reserva del recurso agua, del atributo estabilidad, resiliencia y confiabilidad. El indicador más fortalecido es el volumen de la producción del atributo productividad. Por lo tanto, ecológicamente el atributo fuerte es la productividad. De la dimensión económica el indicador más fortalecido es la rentabilidad (R B/C) del atributo productividad. De los indicadores sociales, el menos fortalecido, es la disposición al cambio del atributo adaptabilidad. Y los indicadores más fortalecidos fueron acciones realizadas ante la disminución del agua del atributo adaptabilidad, distribución del

agua del atributo equidad y transparencia en el manejo de los recursos del atributo autogestión.

En la sociedad “Lázaro Cárdenas” (sistema alternativo) el indicador más débil de la dimensión ecológica es la reserva del recurso agua y el más fortalecido es el volumen de la producción (atributo productividad). En la dimensión económica los 3 indicadores están fortalecidos, pues tienen valores muy cercanos al óptimo. En el área social, el indicador menos fortalecido es la distribución del agua (atributo equidad). La transparencia en el manejo de los recursos (atributo autogestión) es el indicador más fuerte, de hecho es equivalente al nivel óptimo. Este indicador que se coloca en el nivel más fortalecido de todos. Concluimos que “El Chamizal” mantiene 7 de los indicadores seleccionados en un estado alto de sustentabilidad que le dan fortaleza, 2 en un estado medio, y 3 en estado bajo, lo que muestra que el sistema es el más sustentable, en comparación al sistema “Lázaro Cárdenas” que tiene 4 indicadores en un estado de sustentabilidad alto, 3 en un estado medio y 5 en un estado bajo. Como se observa, son más el número de indicadores que tienden a debilitar el sistema, lo que lo hace menos sustentable en comparación con el sistema de referencia.

**PALABRAS CLAVE:** Pequeño riego, agrosistemas campesinos, sistemas sustentables, evaluación de la sustentabilidad, riego campesino.

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF THE SUSTAINABILITY IN SMALL IRRIGATION AGROSYSTEMS IN TEPEACA MUNICIPALITY, PUEBLA

René Neri Noriega

In Mexico the agricultural systems with irrigation in small scale turn out to be of great importance for the rural families. Of these they obtain nutritious products, incomes, employment and services. However, the wrong management of the water resource is provoking changes in the system that affect its functionality. In order to analyzing the sustainability state, two agrosystems were studied they use water of the underground in San Pablo, Actipan, Tepeaca in the state of Puebla. These agricultural systems are found in a region with a potential of natural resources attractive for the State, because of what social movements have existed in defense of these. The analysis was carried out agroecological focus based in ecological, social and economic aspects.

The evaluation was carried out with the Framework for the Evaluation of Systems of Handling incorporating Indicators of Sustainability (MESMIS). It was realized a traverse study comparing two irrigation societies: "The Chamizal" considered as the reference system and "Lázaro Cárdenas" that represented the alternative system. Was used as quantitative technique the survey (38 were applied) and as technical qualitative the semistructured interview (2) and the direct observation 12 indicators were analyzed.

The results show that in the society The Chamizal" (reference system) in the ecological dimension the weakest indicator is the reserve of the water resource, of the attribute stability, resiliencia and dependability. The strengthened indicator is the volume of the production of the attribute productivity. Therefore, the strong attribute is ecologically the productivity. Of the economic dimension the strengthened indicator is the profitability (R B/C) of the attribute productivity. Of the social indicators, the less strengthened ones, it is the disposition to the change of the attribute adaptability. And the strengthened indicators were actions taken place before the decrease of the water of the attribute adaptability, distribution of

the water of the attribute justness and transparency in the management of the resources of the attribute of self-management.

In the society "Lázaro Cardenas" (alternative system) the weakest indicator in the ecological dimension is the reservation of the resource water and the most strengthened one is the volume of the production (attribute productivity). In the economic dimension the 3 indicators are strengthened, because they have very near values to the optimum one. In the social area, the indicator less strengthened are the distributions of the water (attribute justness). The transparency in the management of the resources (attribute self-management) it is the strongest indicator, in fact it is equivalent at the optimum level. This indicator that is positioned in the strengthened level of all. We conclude that "The Chamizal" keeps 7 of the indicators selected in a high state of sustainability that give him strength, 2 in a half state, and 3 in low state, what shows that the system is the most sustainable, in comparison to the "Lázaro Cárdenas" system that has 4 indicators in a state of high sustainability, 3 in a half state and 5 in a low state. As it is observed, they are more the number of indicators that tend to weaken the system, what make it less sustainable in comparison with the reference system.

**WORDS KEY:** Small irrigation, rural agrosystems, sustainable systems, evaluation of the sustainability, farmer irrigation.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente la población mundial atraviesa por serios problemas medioambientales. Muchos de los problemas causados a los recursos naturales son irreversibles. En el caso del recurso agua, se ha llegado a la crisis de escasez y de contaminación. Este fenómeno es grave para todos los sistemas naturales y artificiales de la naturaleza, porque sin agua ningún ser vivo podría sobrevivir.

Los principales usos del agua son: doméstico, industrial y agrícola. En el caso mexicano, el agua para uso agrícola está organizado en dos formas de manejo: la gran irrigación y la pequeña irrigación (Escobedo, 1997). La gran irrigación, comprende sistemas construidos por el gobierno, está organizada en los llamados distritos de riego, en la actualidad en su mayoría en transferencia a los usuarios. Por el contrario, la pequeña irrigación o unidades de riego incluye cientos de sistemas manejados por los propios usuarios, muchos construidos por ellos mismos. Estos sistemas son de gran importancia, tanto productiva, como económica y socialmente, ya que conforman el 46% de la superficie de riego en México (CNA-SEMARNAT, 2007).

En general, los sistemas agrícolas con pequeña irrigación enfrentan en la actualidad problemas de escasez y de contaminación del agua. La disminución de la cantidad y calidad del agua ponen en peligro la permanencia de los agroecosistemas, mismos que van perdiendo su nivel de sustentabilidad. Sin embargo, a pesar de la importancia que tienen los sistemas de pequeño riego, su situación y problemática se conoce escasamente porque no hay suficiente investigación al respecto.

Por lo anterior, este trabajo tiene el objeto de evaluar el estado de sustentabilidad de los sistemas agrícolas con pequeño riego en la localidad de San Pablo Actipan, en Tepeaca, Puebla, área donde existen sistemas agrícolas con pequeño riego que usan agua exclusivamente de pozos profundos, a diferencia

de otras regiones del estado que usan agua de otras fuentes y donde los sistemas se han visto afectados por la explotación del acuífero.

Para dar cuenta del enfoque metodológico de la investigación y los resultados en el capítulo I se presentan la justificación, el problema de investigación, el propósito, los objetivos de la investigación y las hipótesis de trabajo.

En el capítulo II se presenta el marco teórico-conceptual, donde se revisan las teorías y conceptos en los que se basó el presente trabajo. Se discuten los conceptos de desarrollo sustentable y desarrollo rural sustentable; se analiza el enfoque de la agroecología y la sustentabilidad, donde se precisan los conceptos de agroecosistema y sustentabilidad en los sistemas agrícolas. Finalmente se presenta una aproximación a una conceptualización sobre un sistema agrícola con pequeño riego sustentable.

En el apartado de metodología, capítulo III, se presenta el enfoque de la investigación e información sobre los sistemas bajo estudio. Se describen las herramientas metodológicas usadas, fundamentalmente el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Además de las técnicas de investigación empleadas.

En el marco de referencia, capítulo IV, se presenta información sobre el pequeño riego en México y en el estado de Puebla, y se hace mención a la importancia que tienen los sistemas de pequeño riego en la región centro oriente del estado. Se describe la situación del pequeño riego en el municipio de Tepeaca y se justifica la elección de San Pablo Actipan como el referente empírico en el análisis de la sustentabilidad. Se hace una descripción de la localidad fundamentalmente en las actividades agrícolas.

En el capítulo V, siguiendo los pasos del MESMIS se describe lo siguiente: se hace una caracterización de los sistemas estudiados, se identifican los puntos críticos, se seleccionan los criterios de diagnóstico e indicadores; se realiza la medición de los indicadores y se integran los resultados.

En la parte final se presentan las conclusiones generales, así como las recomendaciones que consideramos adecuadas para poder incidir en el fortalecimiento de la sustentabilidad de estos sistemas. El documento se completa con la bibliografía consultada y un apartado de anexos.

## CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Justificación

Las aguas subterráneas en México constituyen la principal fuente de abastecimiento para las actividades humanas. La proporción de los volúmenes de agua concesionados para usos fuera del cuerpo de agua, según las estadísticas del agua en México 2004, de acuerdo a los usuarios es la siguiente: la industria autoabastecida (Incluye los usos industria autoabastecida, agroindustria, servicios, comercio y termoeléctricas) usa el 10%; el abastecimiento público (Incluye los usos público urbano y doméstico) el 14%, mientras que el uso agropecuario (Incluye los usos agrícola, pecuario, acuacultura, múltiples y otros) usa el 76 % (CNA, 2005).

El control de las aguas del subsuelo se regula por medio de acuíferos, como es el caso del valle de Tecamachalco que se localiza dentro del estado de Puebla. En esta zona se encuentran los siguientes 29 municipios contenidos de manera total y de manera parcial: Acatzingo, Amozoc, Cañada Morelos, Cuapiaxtla de Madero, Cuautinchán, Chapulco, Esperanza, General Felipe Ángeles, Huitziltepec, Mixtla, Molcaxac, Nicolás Bravo, Palmar de Bravo, Quecholac, Los Reyes de Juárez, San Salvador Huixcolotla, Santiago Miahuatlán, Santo Tomás Hueyotlipan, Tecali de Herrera, Tecamachalco, Tepanco de López, Tepatlaxco de Hidalgo, Tepeaca, Tepeyehualco de Cuauhtémoc, Tlacotepec de Benito Juárez, Tlanepantla, Tochtepec, Xochitlán Todos Santos y Yehualtepec (CNA, 2002:4).

Para el año 2006 este acuífero era uno de los 104 sobreexplotados en el país (CNA-SEMARNAT, 2007). El índice de sobre explotación varía desde 1.1 a 9.57, con una media de 1.64. El índice de sobreexplotación del acuífero del valle de Tecamachalco es de 1.78, presentando un déficit de 32.091151 millones de metros cúbicos (CNA, 2002). Lo que ubica a este acuífero en el lugar 22 de sobreexplotación a nivel nacional.

En el acuífero existen 1,400 aprovechamientos, de los cuales 1,104 son pozos profundos. La mayoría de estos pozos son usados para el riego y se presenta una sobreexplotación del acuífero, debido a que los productores utilizan más agua de la concesionada ejerciendo fuerte presión por el uso del agua de riego. Esto permite a su vez amplia comercialización del agua para riego lo que contribuye a profundizar los pozos hasta 200 metros.

La extracción de grandes volúmenes de agua ha propiciado una dinámica productiva agropecuaria en la región muy importante, sobre todo la producción de verduras frescas para diferentes mercados locales, regionales y productos de exportación. No obstante, la dinámica productiva está basada en la presión del recurso agua. Esta situación plantea analizar hasta donde conviene una forma de manejo del agua y del sistema agrícola como se ha hecho hasta la fecha.

## **1.2 El problema de investigación**

En la región centro oriente del estado de Puebla, en la década de los 70's se intensificó la producción de hortalizas, modificando el patrón de cultivos. Lo anterior fue el efecto de dos procesos: por un lado la perforación de pozos profundos en la región, lo que favoreció el cultivo de riego, y por otro, el desarrollo de centros urbanos-industriales como el crecimiento de la ciudad de Puebla, que demandó más alimentos. Esta modificación también fue favorecida por la creación de infraestructura en comunicación para sacar la producción de las zonas rurales.

El municipio de Tepeaca sufrió una transformación rápida; de productor de cultivos básicos cambio a productor de hortalizas y forrajes. Estos cultivos aumentaron tanto en superficie cultivada como en valor de la producción. En 1991, de 8, 686 hectáreas cultivadas, el 4 % se sembró con hortalizas, y un porcentaje similar fue sembrado con forrajes; respecto al valor de la producción las primeras representaron el 14.5 %, mientras que los segundos, el 13.23 % del valor total. Sin embargo, para el año 2001, se incrementó la superficie cultivada con hortalizas. En ese año representó el 11.8 % de la superficie cultivada, y los

forrajes el 6.3 %. Mientras que el valor de producción para las hortalizas fue del 39 % y para los forrajes del 27 %. Así mismo, los básicos participaron con el 30% (INEGI 1992; INEGI, 2002). Esto demuestra la importancia que tienen estos cultivos para el municipio, tanto en términos económicos, sociales y tecnológicos. La producción de este tipo de cultivos ha generado un incremento de bienestar en la población rural del municipio, a partir de mejoras en el ingreso y en la creación de empleos locales.

El incremento de la superficie de riego, se presentó en las áreas donde la disponibilidad de agua y la organización social así lo permitió, de tal forma que la superficie de riego se extendió hacia la parte este y sur del municipio de Tepeaca. Por ejemplo, en San Pablo Actipan<sup>1</sup>, localidad ubicada al sur del municipio, la perforación de pozos profundos inicio en la década de los 70's y actualmente existen 13 sociedades de riego, así como varios pozos privados, lo que permite la producción de diversos cultivos: hortalizas, forrajes y flores.

Sin embargo, el aumento de la superficie y la producción agrícola ha presionado el recurso agua. Según los habitantes de San Pablo Actipan, antes de 1974 había muchos brotes naturales de agua (manantiales), inclusive cuando llovía, en la plaza principal brotaba agua. En algunos manantiales al agua alcanzaba un gasto de 2 pulgadas por segundo.

En 1973 hubo un fuerte temblor con epicentro en Ciudad Serdán (estado de Puebla) y desde entonces, dicen los habitantes de San Pablo Actipan, muchos de los manantiales se secaron, o disminuyeron su volumen. Algunas de las antiguas fuentes naturales de agua que permanecieron, se equiparon con bomba eléctrica para el riego agrícola, los productores formaron sociedades de riego como “La Providencia” y “La Fraternidad” localizadas al sur de la comunidad, que funcionan organizadamente para manejar el agua.

---

<sup>1</sup> El agua en San Pablo Actipan ha sido un recurso fundamental para la reproducción social y económica de las familias campesinas. De hecho etimológicamente Actipan significa “lugar de los grandes caudales”, lo que parece demostrar la abundancia de este vital líquido en la localidad.



Actualmente los sistemas de riego de San Pablo Actipan enfrentan presiones externas e internas que los hacen frágiles: del exterior reciben fuertes presiones por la expansión de la mancha urbana que va cambiando el uso del suelo. Al norte del ejido reciben residuos sólidos contaminantes como bolsas y envases de plástico del tianguis de Tepeaca y los residuos de una marmolería, obstruyendo el paso del agua por los canales, ocasionando pérdidas y contaminación del recurso.

Internamente el sistema ha disminuido sus mantos freáticos, provocando la extracción de agua hasta 180 metros de profundidad, siendo que cuando se perforaron la extracción se hacia a los 90 metros, lo que demanda bombas con más potencia, incrementándose el consumo de energía eléctrica. Algunas sociedades no proporcionan el mantenimiento adecuado al equipo de bombeo, lo que ha propiciado el colapso del ademe y la baja extracción de agua. Además, el mercado de agua<sup>2</sup> hacia otros sistemas acelera la disminución de agua.

Adicionalmente un problema superado para algunos productores, para otros latente, es la amenaza de expropiación del recurso suelo y agua en aras del desarrollo de la región desde las propuestas gubernamentales. En el año 2000, el gobierno estatal buscó impulsar el “Proyecto Milenio”, que fijó como eje la actividad industrial, inmobiliaria y de servicios turísticos. La implementación del proyecto afectaba en su primera etapa la tierra propiedad de campesinos de 18 comunidades, en la medida que se pretendía construir una autopista Tepeaca-Tecamachalco (Hernández, 2004). Entre estas comunidades se encontraba San Pablo Actipan. Ante esta amenaza se conforma la Unión Campesina Emiliano Zapata Vive (UCEZV), que impulsó la resistencia campesina que finalmente logro detener el mencionado proyecto. Esta organización ha defendido sus recursos naturales y económicos, así como la forma de vida de los campesinos; ahora se plantean emprender un desarrollo sustentable o con enfoque de sustentabilidad.

Ante la situación anterior respecto a los diferentes fenómenos que afectan a los sistemas agrícolas con pequeño riego en la región centro oriente del estado de

---

<sup>2</sup> Práctica social que consiste en vender agua a productores no socios de algún pozo a precios que van de \$300.00 hasta \$500.00 el turno de 12 horas.

Puebla, mismos que han jugado un papel social, económico y ecológico de gran importancia para los usuarios y sus familias, nos surgió la siguiente interrogante:

¿Bajo la dinámica productiva en que se manejan los sistemas agrícolas de pequeña irrigación con agua de pozos profundos en San Pablo Actipan y con las presiones del exterior, en qué estado de sustentabilidad se encuentran?

Con lo anterior, se pretendió responder a las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las potencialidades (fortalezas) y limitaciones (debilidades) que tienen estos sistemas agrícolas de pequeña irrigación que favorecen o afectan la sustentabilidad?

¿Cuáles son los impactos (consecuencias) a corto y mediano plazo de seguir la situación actual?

¿Cuáles son las posibles alternativas que podrían llevar al sistema hacia una mejor sustentabilidad?

### **1.3 Propósito de la investigación**

El propósito académico de esta investigación es profundizar en el conocimiento de la situación del medio rural poblano, en específico de los sistemas agrícolas con pequeño riego que usan agua de pozo profundo, en la región centro-oriente del estado de Puebla, dada la dinámica productiva y la problemática que se ha registrado en esa región, así como el conflicto en torno al uso del agua para riego.

El propósito desde un punto de vista social, es generar información de utilidad a los productores y actores sociales presentes en la región de estudio que sirva para tomar decisiones y medidas pertinentes en el proceso productivo y en el manejo de los recursos naturales, en específico del agua.

## 1.4 Objetivos

**General.-** Analizar el estado de sustentabilidad de los sistemas agrícolas con pequeña irrigación de San Pablo Actipan, Tepeaca.

### **Específicos**

- 1.- Seleccionar los indicadores ecológicos, sociales y económicos más promisorios, para analizar el estado de sustentabilidad de sistemas de pequeño riego con agua subterránea en San Pablo Actipan.
- 2.- Identificar los indicadores más fortalecidos y los más débiles de los sistemas de San Pablo Actipan.

## 1.5 Hipótesis

**General:** El estado de sustentabilidad de los sistemas agrícolas de pequeño riego de San Pablo Actipan, es bajo, consecuencia de la forma de manejo que actualmente realizan los productores.

### **Específicas:**

1. Los indicadores sociales son los que más fortalecen la sustentabilidad de los sistemas.
2. Los indicadores ecológicos son los que más debilitan la sustentabilidad de los sistemas.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

En este apartado se presentan los elementos teóricos-conceptuales que sirvieron de base para realizar la presente investigación. Como el objetivo es analizar la sustentabilidad de sistemas agrícolas con pequeño riego que usan agua de pozos profundos, en primer lugar se hace una revisión del concepto de desarrollo sustentable, poniendo énfasis en sus dos grandes corrientes: el neoliberalismo ambiental y el ambientalismo social, para después referirse al desarrollo rural sustentable. Se revisa el concepto de sustentabilidad desde un enfoque agroecológico, así como las propuestas que existen respecto a su evaluación. En la parte final se hace una aproximación al concepto de “sistema agrícola con pequeño riego sustentable”, donde se reúnen todos los conceptos analizados para este trabajo.

### 2.1.- El Desarrollo Sustentable

Ante la evidencia de los problemas ambientales, a fines de 1960 y principios de 1970, se empieza a cuestionar el modelo de desarrollo tradicional en la medida que este modelo sólo tiene como fin elevar la capacidad productiva, pero ignora los problemas ambientales que genera. “Esto ha provocado una explotación exagerada de los recursos naturales y una distribución desigual de los beneficios entre la población, tanto al interior de cada país como entre las naciones del mundo” (González Gaudiano, 1997:12).

Una primera propuesta alternativa al modelo de desarrollo fue la del **ecodesarrollo**, término ideado por Maurice Strong, primer director del Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA) surgida como uno de los resultados de la conferencia de Estocolmo en 1972 (González Gaudiano, 1997:21).

Fue Ignacy Sachs, quien teorizó sobre el ecodesarrollo, señalando que: “el ecodesarrollo aspira a definir un estilo de desarrollo particularmente adaptado a

las regiones rurales del tercer mundo, lo cual no implica que no se pueda extender a las ciudades” (Sachs, 1982:40).

Las características del Ecodesarrollo son (Sachs, 1982:40-42):

- 1).-En cada ecorregión, el esfuerzo debe centrarse en el aprovechamiento de sus recursos específicos para la satisfacción de las necesidades de la población.
- 2).-Por ser la sociedad el recurso más valioso, el ecodesarrollo debe contribuir, ante todo, a su realización.
- 3).- La identificación, la explotación y la gestión de los recursos debe basarse en una perspectiva de solidaridad diacrónica con las generaciones futuras.
- 4).-Los impactos negativos de las actividades humanas sobre el ambiente se reducirán, a partir de procedimientos y formas de organización de la producción que permitan aprovechar todas las complementariedades, y utilizando los residuos con fines productivos.
- 5).-El ecodesarrollo pone el acento en la capacidad natural de cada región para realizar la fotosíntesis bajo todas sus formas, por lo que propone el empleo en pequeña escala de la energía que proviene de las fuentes comerciales.
- 6).- El ecodesarrollo implica un estilo tecnológico particular, a partir de ecotécnicas para la producción de alimentos, vivienda y energía, así como para crear nuevas formas de industrialización de los recursos renovables. Las ecotécnicas están llamadas a ocupar un lugar muy importante en las estrategias del ecodesarrollo, ya que la armonización de objetivos diversos (económicos, sociales y ecológicos) puede realizarse convenientemente a este nivel por ser la innovación tecnológica la variable multidimensional por excelencia en el juego de la planificación.
- 7).- El marco institucional para el ecodesarrollo está definido por tres principios básicos:
  - a).- Una autoridad horizontal que pueda estar por encima de los particularismos sectoriales, responsable de las diversas facetas del ecodesarrollo y coordinadora de todas las acciones emprendidas.
  - b).-una autoridad que promueva la participación efectiva de las poblaciones, a las que atañe la realización de las estrategias del ecodesarrollo.
- 8).- La educación es una condición necesaria para el establecimiento de estructuras participativas de planificación y de gestión, en virtud de que prepara a la población para ello.

Sin embargo, esta propuesta se abandonó por que “las propias estrategias de resistencia al cambio del orden económico fueron disolviendo el potencial crítico y

transformador de las prácticas del ecodesarrollo. De ahí, surge la necesidad de ecologizar la economía, eliminando la contradicción entre crecimiento económico y conservación de la naturaleza” (Leff, 1998:19).

En este contexto surge la propuesta del desarrollo sustentable<sup>3</sup>. Dicho concepto se definió en el informe Brundtland como “el desarrollo que satisface las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas” (Bifani, 1997).

El concepto se aceptó y reconoció oficialmente a nivel internacional como resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, la “Cumbre para la Tierra”, en 1992. En esta se realizaron importantes convenciones como la de la diversidad biológica y la del cambio climático. Además, un logro significativo fue la redacción de la Agenda 21; que “es un plan de acción para llevar acabo el desarrollo del medio ambiente al siglo XXI; este programa establece una base sólida para la promoción del desarrollo sustentable en materia de progreso social, económico y ambiental.

Tiene 40 capítulos y sus recomendaciones se dividen en cuatro áreas principales:

---

<sup>3</sup> Una de las discusiones es si el desarrollo es “sustentable” o “sostenible”. La expresión desarrollo sustentable o sostenible es un anglicismo: proviene de *sustainable development*. Pero la palabra **sustainable** no tiene la misma connotación que el término español **sostener** o **sustentar**, cuyo significado es “Proveer a alguien del alimento necesario; conservar una cosa en su ser o estado; mantener firme algo para que no se caiga o se tuerza, apoyar.” Estos significados están presentes en el vocablo inglés, pero este último tiene además una relación dinámica positiva: “to sep going continuously, endure way”; es decir, avanzar continuamente, mantener la andadura o la marcha, resistirla sin ceder, preservar el esfuerzo.

La expresión inglesa se refiere a un proceso cuyo ritmo hay que mantener, es una concepción dinámica, no estática, que introduce una visión temporal de largo plazo, mientras que el vocablo español da la idea de un esfuerzo requerido para evitar que algo caiga, o para “conservar una cosa en su estado”, es decir, es una visión estática; mientras que la inglesa se refiere al esfuerzo necesario para que un proceso dinámico se mantenga superando los obstáculos que pueda encontrar, esto implica la identificación de las condiciones necesarias para que el sistema no sólo sobreviva sino que pueda seguir avanzando (Bifani, 1997).

Según O’Connor (2002); el término sostener tiene al menos cuatro sentidos; estos son: “sostener el curso” de la acumulación capitalista a escala global; “proporcionar medios de vida” a los pueblos del mundo, y “sostener sin ceder” por parte de aquellos cuyas formas de vida están siendo subvertidas por las relaciones salariales y mercantiles, y el cuarto sentido de “sostener” es el que se refiere a la “sostenibilidad ecológica”.

En este trabajo consideramos como sinónimos sustentable o sostenible, aún que se hará referencia a los sentidos que implica la palabra *sustainable*, es decir, la sustentabilidad ecológica que permita la sostenibilidad del proceso económico.



cuestiones sociales y económicas; la conservación y el manejo de los recursos para el desarrollo; el fortalecimiento del papel de grupos decisivos y los medios para implementar el programa” (PNUMA, 1992:16).

En la actualidad el desarrollo sustentable es un concepto manejado tanto por los gobiernos del mundo, y las ONG interesadas en el desarrollo y la protección del ambiente. Sin embargo, es un concepto ambiguo en el sentido de que significa algo distinto para quien o para que quiera usarse. Pero es posible distinguir dos grandes tendencias en cuanto a la concepción, los objetivos y estrategias propuestas sobre el desarrollo sustentable. Estos son el neoliberalismo ambiental y el ambientalismo social, que se discuten a continuación.

### **2.1.1.- El neoliberalismo ambiental**

Para esta corriente, la crisis ecológica surge al considerar a la naturaleza una externalidad que debe incorporarse al proceso económico por la vía mercantil, además, por considerar que los países pobres tienen un gran crecimiento de población y deterioran la naturaleza por su propia pobreza y su apropiación degradante de la naturaleza. Para ésta el desarrollo sustentable busca lograr el crecimiento económico continuo mediante el manejo más racional de los recursos naturales y la utilización de tecnologías más eficientes y menos contaminantes.

La solución está en el mercado, es decir, en la globalización económica neoliberal. El discurso del desarrollo sostenible propone al mercado como solución a la crisis ambiental, y así señala Leff (1998:21), los problemas ecológicos no surgen como resultado de la acumulación del capital. Se anulan las contradicciones entre ambiente y crecimiento. Se tienen que asignar derechos de propiedad y precios a los bienes y servicios ambientales, para que se cuiden, dado que es una inversión y no se tiene que obtener el máximo beneficio, esto implica manejar los recursos de manera eficiente, según esta lógica y con todo esto se alcanzara el desarrollo sustentable. El problema al que se enfrenta al tomar al mercado como la solución al problema es la carencia de un criterio o

teoría para valorizar a los bienes y servicios ambientales, y por lo tanto asignarles precios. Existen varias propuestas para ello, pero no hay nada definitivo.

Desde esta perspectiva no se cambia el concepto de la naturaleza, ya que se sigue viendo como proporcionadora de materias primas, sólo que ahora se capitaliza la naturaleza y se habla de “capital natural”<sup>4</sup>, siendo éste en la actualidad el factor limitante para el crecimiento y/o desarrollo y no el capital físico, como se consideraba antes; ahí radica el problema de la sustentabilidad. Esta es la denominada “sustentabilidad débil” (Martínez Alier y Roca, 2001:374). Bajo esta lógica se debe maximizar el factor escaso, en este caso el “capital natural” debe incrementar su productividad. Sólo se trata de endogenizar las “externalidades negativas” que generaran las actividades productivas. Aunque se reconoce que existen problemas para poner precio al capital natural, principalmente al no comercializable.

Esta es una propuesta “ecotecnocrática”, como la denominan Antonio Alonso y Eduardo Sevilla (1995:108) al considerar que se apoya en:

- “El aspecto demográfico; es decir, se basa en ideas neomalthusianas, en cuanto a que la causa principal de la crisis ambiental es la pobreza de los países subdesarrollados”.
- “Una fe ciega y casi exclusivista en la *tecnología* generada en los países industrializados para solucionar las disfuncionalidades del sistema planetario”
- “Enfatiza el crecimiento para todo el mundo cuando los límites físicos del planeta señalan como ecológicamente más plausible la redistribución de la riqueza existente”.

Esta es la propuesta del capital y los gobiernos del mundo; lo que implica que en realidad sólo se busca adaptar a la naturaleza para que la ganancia no disminuya, es decir, hacer sostenible la acumulación del capital. “Rehacer la naturaleza significa mayor acceso al medio natural, como “fuente” y como

---

<sup>4</sup> El capital natural son los recursos naturales (Daly, 1994); este se divide en cuatro categorías: el renovable; el no renovable; el comercializable y el no comercializable. Dentro del comercializable existe una subcategoría intermedia entre el capital natural y el físico, denominado “capital natural cultivado”; es decir, los elementos como bosques plantados, manadas de ganado, campos agrícolas, peces criados en estanques, etc.

“vertedero”, lo cual tiene dimensiones políticas e ideológicas, así como económicas y ecológicas: por ejemplo, el asalto a las formas de vida de los pueblos indígenas” (O’Connor, 2002).

La propuesta oficial del desarrollo sustentable “defiende los intereses de los países del centro, al pretender continuar con el modelo productivo vigente, proponiendo tan sólo restringir el consumo <<dentro de los límites ecológicamente posibles>>, cuando estos no llegan a definirse en ningún caso” (Alonso y Sevilla 1995:108).

### **2.1.2.- El “Ambientalismo social”**

Desde otra perspectiva, el desarrollo sustentable es visto como un proyecto político y social que incluye no sólo el aspecto productivo. Se propone a las comunidades como actores principales para impulsar su desarrollo, en esta visión lo mejor es un régimen de propiedad social de la naturaleza. Tomando en cuenta la cultura y los conocimientos de estos pueblos se puede alcanzar la “sustentabilidad”, ya que ellos tienen otra cosmovisión; su relación con la naturaleza es diferente (Leff, 1998; Toledo, 2000). Se debe buscar comprender las forma campesinas de apropiación de la naturaleza, revalorizarlas y recrearlas para hacer realidad nuevos esquemas de desarrollo rural, nuevas tecnologías y nuevos esquemas civilizatorios (Toledo, 1998:279).

En palabras de Rodríguez (2002:20): “se hace indispensable, cambiar este modelo por uno más sostenible, más armónico con el ambiente, que aproveche más las experiencias y tradiciones productivas de los campesinos y de los pueblos aborígenes... La investigación interdisciplinaria puede aportar valiosos elementos en busca de implementar este nuevo modelo sostenible de producir y de relacionarse con el medio ambiente y que implica asimismo, cambios en las relaciones sociales, económicas y culturales existentes”.

En esta perspectiva se puede situar el impulso de un paradigma alternativo de sustentabilidad; “en el cual los recursos ambientales se conviertan en potenciales

capaces de reconstruir el proceso económico dentro de una nueva racionalidad productiva de la naturaleza, las autonomías culturales y la democracia participativa” (Leff, 1998: 28).

En este grupo se ubican las organizaciones o movimientos que están en contra de la capitalización de la naturaleza y reclaman el control directo de sus recursos naturales. Es precisamente la propuesta que siguen Organizaciones No Gubernamentales (ONG).

El ambientalismo plantea la apropiación de la naturaleza dentro de un nuevo concepto de producción que orienta estrategias alternativas de uso de los recursos. En este aspecto los movimientos campesinos e indígenas emergentes en México y América Latina no sólo defienden el ambiente y sus recursos; sino también la democracia, la autonomía y la autogestión (Leff, 1998: 63), ejemplo de esto es la Unión Campesina Emiliano Zapata Vive (UCEZV) que defendió los recursos naturales y la reproducción social y cultural de los campesinos de la región centro-oriente del estado de Puebla y que se plantean emprender un desarrollo sustentable.

De acuerdo con Enrique Leff (1998:50), la racionalidad económica debe ser sustituida por una “racionalidad ambiental”. Es decir, “el desarrollo sustentable es un proyecto social y político que apunta hacia el ordenamiento ecológico y la descentralización territorial de la producción, así como a la diversificación de los estilos de vida de las poblaciones que habitan el planeta”.

Para Paolo Bifani (1997:35) “los objetivos de desarrollo económico y social deben sustentarse en un manejo adecuado del medio. Más aún, el medio ambiente es el conjunto de recursos que pueden ser explotados con racionalidad económico-social y ambiental, para el logro de objetivos de desarrollo válidos a largo plazo”.

Lo importante es que ahora se consideran desde tres dimensiones: la económica, la ecológica y la social. Müller (1997:44) considera que debemos entender las tres dimensiones de la siguiente forma:

- Sostenibilidad ecológica: el ecosistema mantiene las principales características que son fundamentales para su sobrevivencia a lo largo del tiempo.
- Sostenibilidad económica: el manejo sostenible de los recursos naturales produce una rentabilidad que hace atractivo continuar con dicho manejo.
- Sostenibilidad social: los beneficios y costos se distribuyen equitativamente entre los diferentes grupos y se respetan los valores sociales y culturales del grupo involucrado.

## **2.2 EL DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE**

A partir de la legitimación del discurso del desarrollo sustentable, se ha planteado la necesidad de implementar un modelo de desarrollo rural enmarcado en esta “nueva” idea de desarrollo; así tenemos que la Agenda 21, elaborada en la ‘Cumbre de la Tierra’ en 1992, dedica un capítulo a la “agricultura y desarrollo rural sostenibles”. Allí se menciona que su principal objetivo es: “aumentar la producción de alimentos de manera sostenible y mejorar la seguridad alimentaria. Esto requerirá la adopción de iniciativas en materia de educación, la utilización de incentivos económicos y el desarrollo de tecnologías nuevas y apropiadas, para así garantizar suministros estables de alimentos nutricionalmente adecuados, el acceso de los grupos vulnerables a esos suministros y la producción para los mercados; el empleo y la generación de ingresos para aliviar la pobreza; y la ordenación de los recursos naturales y protección del medio ambiente” (PNUMA,1992).

Sus principales instrumentos son: “la reforma de la política agrícola y la reforma agraria, la participación de la población, la diversificación de los ingresos, la conservación de la tierra y una mejor gestión de los insumos” (PNUMA,1992).

Gayo y Daly (1995:34) atendiendo a una clasificación jerárquica de desarrollo sostenible identifican tres niveles relacionados con el sector agrícola: desarrollo sostenible en general, uso sostenible de los recursos naturales y la agricultura sostenible, como aspecto particular del uso de recursos.

Por otra parte en la búsqueda de alternativas a la modernización del campo “se han venido aportando las ideas y elementos que van permitiendo avanzar en la construcción de una matriz conceptual y metodológica, para el medio rural desde la perspectiva del desarrollo sustentable” (Morales, 1998:32).

En esta lógica se sitúa la necesidad de replantear el papel que juega lo rural en la relación sociedad-naturaleza. Al respecto una propuesta relevante es la de Víctor Toledo, quien plantea que “lo rural opera (tanto espacio geográfico y/o espacio social) como una dimensión estratégica entre el mundo de la naturaleza y el de los artefactos (las ciudades y posteriormente la industria)” (Toledo, 2000).

Toledo señala que de esta manera las comunidades rurales por medio del proceso de trabajo se apropian de la naturaleza y proporcionan a las ciudades de alimentos para sus habitantes y de materias primas para su industria; lo que implica que el sector rural es estratégico para la supervivencia del sector urbano/industrial. Esto implica que la sustentabilidad del medio rural es de vital importancia para el sector urbano industrial y por lo tanto se necesita implementar una estrategia de desarrollo rural sustentable.

En la búsqueda de una conceptualización el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) define al desarrollo rural sostenible, en el marco de la nueva ruralidad, como: “el proceso de transformación de las sociedades rurales y sus unidades territoriales, centrado en las personas, participativo, con políticas específicas dirigidas a la superación de los desequilibrios sociales, económicos, institucionales, ecológicos y de género, que buscan ampliar las oportunidades de desarrollo humano” (IICA, 2002:15).

El IICA propone algunas estrategias básicas para un desarrollo rural sostenible: “Reducción de la pobreza, planificación integral territorial, desarrollo del capital social, fortalecimiento de la economía multisectorial, fomento de la competitividad y de la eficiencia productiva, profundización de la descentralización y desarrollo institucional, políticas diferenciadas, ampliación de las oportunidades de acceso a activos productivos para el logro de la equidad: desarrollo político-social e institucional territorial, la participación, incorporar la dimensión ambiental en el

desarrollo y manejo sostenible de los recursos naturales y ecosistemas frágiles, tratamiento de los desastres naturales, estrategia laboral rural y la articulación del desarrollo rural con la mundialización”.

Por su parte Morales (1998:32) menciona las estrategias más relevantes para el desarrollo rural sustentable:

- El ecodesarrollo.- Integra como características principales: la inclusión de la dimensión ambiental en la planeación del desarrollo, la consideración de que la calidad de vida incluye un medio ambiente sano, la preservación de la base ecológica para satisfacer las necesidades humanas, la vinculación del desarrollo económico con la conservación del medio ambiente, una nueva naturaleza con las dimensiones intra e intergeneracional.
- El desarrollo local.- definido como un proceso localizado de cambio social y crecimiento económico sostenible que tiene como objetivos el progreso permanente de la comunidad y sus individuos. Se orienta a resolver el deterioro de los recursos naturales, la despoblación del medio rural y el desempleo rural y urbano.
- El desarrollo endógeno.- tiene como fundamentos: la determinación local de las opciones de desarrollo; el control local del proceso de desarrollo; la distribución y retención local de los beneficios, el respeto a la cultura y los valores locales; la utilización y potenciación de los recursos locales; el énfasis en el conocimiento y el trabajo locales, y la revaloración de los patrones locales de producción y consumo.
- El desarrollo comunitario sustentable.- desarrollado por Víctor Toledo, es un mecanismo de carácter endógeno por medio del cual una comunidad toma o recupera el control de los procesos que la determinan y la afectan. Es de gran importancia la autogestión. Las estrategias se dirigen hacia la diversidad productiva, la autosuficiencia, la integración de actividades y la justicia económica.
- La agricultura sustentable.- Implica menor dependencia de insumos externos; seguridad alimentaria; procesos de autogestión y participación comunitaria; uso de recursos renovables locales; mantenimiento de la capacidad productiva; respeto a la diversidad cultural; impactos benignos sobre el medio ambiente; uso de la experiencia y conocimiento locales; mejoramiento de la diversidad ecológica y atención a los mercados locales y externos.

De las propuestas señaladas por Morales podemos derivar que no hay una estrategia única, sino que se debe de apegar a la perspectiva constructivista a partir de lo local, bajo consideraciones del contexto.

Las propuestas anteriores coinciden en lo siguiente: La incorporación de la dimensión ecológica al desarrollo rural, considerando la preservación de los recursos naturales como la base para las actividades productivas. La existencia de un nivel alto de autogestión y poca dependencia del exterior.

Con base en lo anterior, lograr el desarrollo rural sostenible, implica lograr una agricultura sostenible cuyos requisitos son: manejo, uso y conservación de recursos productivos; desarrollo y difusión de tecnologías apropiadas, accesibles, económicas y aceptables; políticas agrarias compatibles, mercados, precios, incentivos justos, contabilidad de costos ambientales, estabilidad política; cambios institucional y organización social, desarrollo de recursos humanos y capacidades locales, investigación participativa Cadenas (1995:173).

Otra propuesta es la que ha construido la agroecología, la cual plantea una estrategia de desarrollo agrícola sostenible que mejora el medio ambiente, basada en principios agroecológicos y en métodos participativos en el desarrollo y difusión de la tecnología (Núñez, 2000). A continuación describimos este enfoque.

### **2.3 La agroecología y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas**

Gliessman (2002:13), define a la agroecología como “la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles”. Por su parte Altieri *et al.* (2000:14) indica que la disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica se denomina «agroecología» y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia. Mientras que (Núñez, 2000:9) señala que la agroecología es la ciencia que unifica las perspectivas socioeconómicas y técnicas con el diseño, el manejo y la evolución del sistema productivo y de su base social productiva y cultural, por lo que tiene un enfoque más amplio, que permite entender la problemática agrícola en términos holísticos.



La agroecología, como enfoque ecológico del proceso agrícola, no sólo abarca la producción de alimentos; sino, que toma en cuenta los aspectos culturales, sociales y económicos, que se relacionan e influyen en la producción (Martínez Castillo, 2004:93). La agroecología tiene una dimensión integral en la que las variables sociales ocupan un papel muy relevante ya que aunque parte de la dimensión técnica, desde ella se pretende entender las múltiples formas de dependencia que el funcionamiento actual de la política y de la economía genera sobre los agricultores (Sevilla,2002:2).

El valorar las técnicas agroecológicas nos permitirá evaluar el conocimiento y destreza de los agricultores, identificando el potencial que de ellos se deriva al haber aplicado durante siglos tecnologías ecológicamente apropiadas para superar las limitaciones de sus agroecosistemas productivos y cumplir con los objetivos de producción (Núñez, 2000:9). Es decir, se debe buscar preservar y fortalecer la racionalidad productiva campesina (Altieri, 1993:678).

A la agroecología le interesa no sólo la maximización de la producción de un componente particular, sino la optimización del agroecosistema total. Esto tiende a reenfoque el énfasis en la investigación agrícola más allá de las consideraciones disciplinarias hacia interacciones complejas entre personas, cultivos, suelo, animales, etcétera (Altieri *et al.*, 2000:15).

La agroecología provee las bases ecológicas para la conservación y la ampliación de la biodiversidad en la agricultura, además del rol que ella puede jugar en el restablecimiento del balance ecológico de los agroecosistemas, de manera de alcanzar una producción sustentable (Altieri *et al.*, 2000:16).

### **2.3.1 Agroecosistemas**

En la agroecología la unidad fundamental de estudio es el agroecosistema. Gliessman (2002:17) lo define como: “un sitio de producción agrícola visto como

un ecosistema<sup>5</sup>". Por su parte Ruiz (1995:108) lo define como "el sistema de relaciones entre los organismos coparticipes de la actividad agrícola, todo ello influenciado por los aspectos socioeconómicos, tecnológicos y ecológicos, o bien, como el lugar donde inciden los factores tecnológicos, socioeconómicos y ecológicos para la obtención de alimentos y otros satisfactores del ser humano a través del tiempo."

"Los agroecosistemas son entidades atribuidas a nivel regional, administrados con el propósito de producir alimento, fibra y otros productos agrícolas; compuestos por plantas y animales domésticos, elementos bióticos y abióticos de los subsuelos, redes de drenaje y áreas adyacentes, que sustentan la vida silvestre y la vegetación natural. Específicamente, los agroecosistemas incluyen entre sus elementos esenciales a la gente, tanto productores como consumidores y por lo tanto contemplan la salud económica y pública, así como también las dimensiones ambientales" (Waltner-Toews, 1993:3, citado por Müller, 1997).

Los agroecosistemas son derivados de un ecosistema, por la acción de los agricultores y contienen elementos estructurales y funcionales. La estructura incluye todos los elementos del agroecosistema e informa como están conectados funcionalmente. La función del agroecosistema consiste en movimiento de material, energía e información de una parte del agroecosistema a otra; y también dentro y fuera del agroecosistema a través de los ciclos biológicos y químicos. Los materiales que salen son considerados como productos.

Los límites en el agroecosistema se asignan arbitrariamente, por conveniencia, de acuerdo a los fines. En la práctica sin embargo, los límites de un agroecosistema son equivalentes a los de una granja, finca, parcela, milpa, solar, etc., o bien, al de un conjunto de estas unidades (Gliessman, 2002:26). Aunque por lo regular el nivel más analizado por los investigadores académicos es el de parcela.

---

<sup>5</sup> "Un ecosistema puede ser definido como un sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivos y su ambiente, delimitado por criterios arbitrarios, los cuales en espacio y tiempo parecen mantener un equilibrio dinámico. Así, un ecosistema tiene partes físicas con relaciones particulares – la estructura del sistema- que en su conjunto forman parte de procesos dinámicos - la función del ecosistema" (Gliessman, 2002:17).

Ruiz (1995:110) citando a diferentes autores, menciona que los agroecosistemas tienen las siguientes propiedades:

- Productividad: es la cantidad de alimento, fibra o combustible que un agroecosistema produce para el ser humano (Marten,1998.); incluyendo aspectos sociales como generación de empleo, lo recreativo o estético de diferentes productos y medios en términos del bienestar social, psicológico y espiritual (Conway, 1987).
- Estabilidad: consistencia o continuidad de la producción ante las fluctuaciones y ciclos del ambiente (Marten,1998 y Conway, 1987).
- Sostenibilidad: mantenimiento a un nivel específico de la producción a largo plazo (Marten,1998.). Habilidad para mantener la productividad frente a stress o shock (Conway, 1987).
- Equidad: distribución imparcial de la productividad agrícola (Marten,1998 y Conway, 1987).
- Autonomía: autosuficiencia de los agroecosistemas (Marten,1998)

Estas propiedades estarán a cierto nivel en una escala de valores determinados; sin embargo, el objetivo del enfoque agroecológico es alcanzar los mayores niveles de las propiedades mencionadas anteriormente. Es decir, el agroecosistema es un ecosistema artificializado con fines agrícolas y ganaderos, con el fin de producir alimentos, fibras, materias primas u otros productos agrícolas. Es por lo tanto, un sistema con objetivos bien definidos y medios o instrumentos para alcanzarlos. Es un sistema socio-ecológico en donde el aspecto cultural y social es tan importante como el aspecto ecológico.

### **2.3.2 La sustentabilidad en los sistemas agrícolas**

Dixon y Fallon (1989, citados por Masera *et al.*, 1999:12) identificaron tres enfoques del concepto de sustentabilidad: el puramente biofísico para un recurso natural determinado, el biofísico usado para denominar un grupo de recursos o un ecosistema, y el biofísico, social y económico. La primera definición de sustentabilidad se estableció con la finalidad de definir límites físicos para la

explotación de una clase de recursos renovables biológicos, como los bosques o recursos pesqueros. En este contexto, el enfoque se limita a recursos renovables para solares considerados de forma aislada. Sustentabilidad (o, más correctamente, cosecha sostenida) significa utilizar recursos sin reducir su stock físico.

En el segundo, el concepto se amplía hasta un sistema que abarca varios recursos naturales. En esta acepción más extensa, la sustentabilidad se mide en términos físicos, tomando en cuenta las diferentes entradas y salidas del ecosistema. Como resultado de las interacciones del sistema, lo que se hubiera considerado un manejo sustentable de un recurso determinado o de un subsistema podría encontrarse no sustentable dentro del contexto del sistema en su conjunto.

El último enfoque complejiza aún más la definición de sustentabilidad cuando se incluyen los aspectos sociales y económicos que influyen, imposibilitan o favorecen la rentabilidad de un sistema socioambiental. En un sentido amplio, la sustentabilidad puede definirse como el mantenimiento de una serie de objetivos (o propiedades) deseados a lo largo del tiempo (Masera *et al.*, 1999:13). Este último enfoque es el de la agroecología y el fin principal de las técnicas agroecológicas es el lograr que los agroecosistemas alcancen la sustentabilidad.

La utilización de una perspectiva sistémica permite identificar una serie de atributos o propiedades fundamentales de los agroecosistemas que subyacen a la sustentabilidad del desarrollo de la agricultura y los recursos naturales renovables. Estos atributos se refieren a la sustentabilidad del agroecosistema como un todo, más que a la de alguno de sus componentes aislados. Los atributos son suficientemente generales como para abarcar los aspectos sociales y económicos de la sustentabilidad, además de los ecológicos. Sin embargo, también son aplicables a componentes de los mismos, tales como la tecnología, los suelos, etc.

La finalidad última de todo agroecosistema puede ser vista desde dos perspectivas: la antropocéntrica y la ecocéntrica (Gayo y Daly, 1995), en la

primera la finalidad es incrementar la cantidad de bienes y servicios producidos por el agroecosistema, que persiguen la satisfacción de las necesidades humanas, así como la distribución entre la población humana (Conway, 1998, citado por Gayo y Daly, 1995:35).

Para esta perspectiva la sostenibilidad de un agroecosistema vendrá definida por cuatro propiedades según Gayo y Daly (1995:35):

- Su productividad agraria: definida como el número de unidades *output* por número de unidades de recursos *input*.
- Su homeostasis: o habilidad del ecosistema para mantener la productividad a través del tiempo haciendo frente a shock (pestes, sequías, incrementos repentinos de los precios de los inputs, etc.) o stress (endeudamientos, erosión, etc.)
- Su estabilidad: o constancia de la productividad a través del tiempo, que está condicionada tanto por los ciclos medioambientales como por las variaciones de la demanda del mercado de los productos agrarios.
- Su equidad: cuando los costos como los beneficios de la producción son compartidos adecuadamente entre los individuos.

Ahora bien, desde la posición ecocéntrica (Gayo y Daly, 1995:35), respecto a la sostenibilidad del agroecosistema destacan otras propiedades análogas, pero aquí cambia el punto central de la productividad a la eficiencia ecológica-económica, entonces:

- La eficiencia ecológica-económica del agroecosistema se define como la relación entre la cantidad de servicios (o productos) que tenemos en el agroecosistema y la cantidad de servicios medioambiental que es sacrificada como consecuencia de su explotación.
- La resiliencia del agroecosistema para mantener la eficiencia ecológica-económica en el tiempo respecto a las adversidades naturales y humanas, tales como la repentina escasez de los recursos -naturales o humanos-.
- La estabilidad temporal de dicha eficiencia ecológico-económica dentro del agroecosistema. Aquí se analizan la capacidad del agroecosistema para mantener constante tal eficiencia en el tiempo.
- Equidad tanto intra como intergeneracional en el sistema, de tal manera que su explotación sea justa y solidaria tanto con la población presente como las futuras.

Hay que tener en cuenta que un agroecosistema está inmerso en un entorno social y ambiental específico. En consecuencia al estudiar un agroecosistema se debe distinguir entre lo que es interno y lo que es externo.

Existen tres tipos de indicadores que consideran los aspectos de la sustentabilidad agraria (Gayo y Daly, 1995:37): los que describen la disponibilidad de los recursos agrarios, los que miden su productividad y los relativos a la resiliencia y la estabilidad temporal del agroecosistema. Es decir, los indicadores de sustentabilidad son necesarios para juzgar el éxito de un proyecto, su durabilidad, adaptabilidad, equidad, etc. Altieri *et al.* (2000:24-27) señala como indicadores los siguientes:

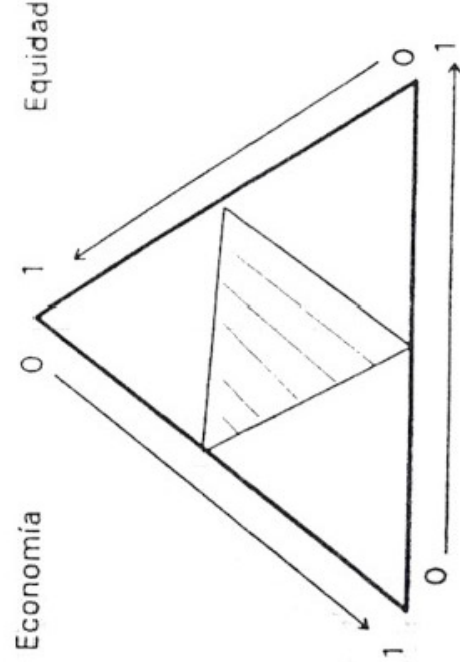
- **Sustentabilidad.**- implica mantener la producción a través del tiempo, en la presencia de repetidas restricciones ecológicas y presiones socioeconómicas.
- **Equidad.**- es el grado de uniformidad con que son distribuidos los beneficios del agroecosistema entre los productores y consumidores locales.
- **Estabilidad.**- expresa la constancia de la producción bajo ciertas condiciones ecológicas, económicas y de manejo.
- **Productividad.**- es la cantidad de producción por unidad de superficie labor o insumo utilizado.

Como se ha discutido, la sustentabilidad es un concepto hasta cierto punto ambiguo que en muchas ocasiones se queda en mero discurso, todos los autores revisados están de acuerdo en alcanzarla pero nadie sabe bien de que se trata. Es decir, falta hacer de la sustentabilidad un concepto operativo.

La sustentabilidad es un concepto complejo en sí mismo porque pretende cumplir con varios objetivos en forma simultánea que involucran dimensiones, ecológicas, sociales, económicas, y fundamentalmente temporales (Müller, 1997), y al privilegiar una se afecta a la otra.

El triángulo de Möbius muestra que hay una interacción constante en las tres dimensiones. Así, en la Figura 1 se puede ver que para alcanzar la

sustentabilidad se debe lograr un equilibrio entre las tres dimensiones involucradas.



Fuente: Müller, 1997.

Figura 2.1. Triángulo de Möbius para los tres objetivos contradictorios

Una vez aceptado el paradigma de la sustentabilidad, el siguiente paso es encontrar metodologías que permitan medir este proceso. En los últimos años la evaluación de la sustentabilidad se ha convertido en un tema de intensa actividad científica, sin embargo este proceso se ve obstaculizada por el enfoque reduccionista que aun prevalece en muchos científicos. Además de que no existen parámetros ni criterios universales o comunes de evaluación, tampoco han sido desarrolladas herramientas y/o metodologías apropiadas para ello, esto se debe al carácter sistémico y holístico del concepto. En términos generales, la elaboración de listas de indicadores de sustentabilidad y de marcos metodológicos son los principales esfuerzos encaminados a proporcionar estrategias para la evaluación (Macías *et al.*, 2006:25).

Sabine Müller, por ejemplo, plantea la elaboración de indicadores de sustentabilidad en base a las cuatro propiedades de sostenibilidad de un agroecosistema (productividad, resiliencia, estabilidad y equidad), considerando también las tres dimensiones del desarrollo sustentable: aspectos ecológicos, económicos y sociales (Müller, 1997).

Uno de los problemas que surgen cuando se intenta evaluar o medir la sustentabilidad, es la confusión respecto a qué es exactamente lo que se quiere

evaluar. No existe una sola forma de encarar la evaluación de la sustentabilidad, ya que esta depende del objetivo o el tipo de pregunta que se busca responder (Sarandón, 2002:395).

En la evaluación de la sustentabilidad hay dos posibilidades: una es la evaluación de la sustentabilidad *per se* y la otra es la evaluación comparativa. La primera es la más difícil de realizar. En este caso el factor tiempo se convierte en el punto de comparación: se compara un sistema consigo mismo en el tiempo. Se debe tener clara la escala temporal a usar.

Sin embargo, menciona Sarandón, no tiene mucho sentido preguntar tan categóricamente si un sistema o tecnología es sustentable o no, ya que lo realmente importante es saber cuáles son los puntos débiles o que ponen en riesgo la sustentabilidad. La evaluación comparativa es la más común y sencilla. En este caso no importa el valor absoluto de sustentabilidad, sino saber cual de las tecnologías o sistemas a comparar es mejor que el otro respecto a la sustentabilidad.

En este caso existen dos posibilidades: Una comparación retrospectiva.- se busca saber ¿Qué pasó?, ¿Cuál de las tecnologías o sistemas ha sido más sustentable?. Una comparación prospectiva.- busca responder la pregunta ¿Qué va a pasar? , es decir ¿la nueva tecnología a adoptar es más o menos sustentable que la que va a desplazar?. Esta se puede realizar por: a) monitoreo en el tiempo y b) evolución de tendencias o predicción de la sustentabilidad.

Para lograr avanzar, es necesario que la complejidad y la multidimensionalidad de la sustentabilidad sean simplificadas en valores claros, objetivos y generales, conocidos como indicadores (Sarandón, 2002:394).

Por la discusión anterior, es necesario aproximarnos a un concepto más operativo para el caso que nos ocupa.



## 2.4 Aproximación a una conceptualización sobre un sistema agrícola con pequeño riego sustentable

Para los fines de esta investigación, el agroecosistema de estudio es un sistema con pequeño riego, que usa agua de pozo profundo. Consideramos como agroecosistemas: la unidad de riego “El Chamizal” y la unidad de riego “Lázaro Cárdenas”.

Los límites o la frontera física del agroecosistema es la superficie de la unidad de riego, que incluye la infraestructura para el riego: equipo de bombeo, canales de distribución, y la superficie sembrada con los cultivos.

Los elementos o componentes son: i).- la familia campesina y los recursos con los que cuenta para llevar a cabo sus actividades productivas: mano de obra, tierra, semillas y agua, es decir, la unidad doméstica. ii).- los subsistemas agrícola y pecuario y iii).- las sociedades de riego, que administran el agua y la infraestructura para el riego.

Los recursos, insumos y servicios que entran a los agroecosistemas son:

- Recursos naturales: tierra, energía solar, agua subterránea y agua de lluvia.
- Los insumos agrícolas y pecuarios necesarios para la producción que se adquieren en el mercado: las semillas mejoradas, los agroquímicos (fertilizantes, herbicidas e insecticidas), la maquinaria y equipo para el trabajo agrícola. Otro insumo del exterior es la mano de obra asalariada; sin embargo, ésta sólo se utiliza cuando la familia es pequeña, o bien, en épocas de siembra y cosecha de las hortalizas que demanda un número elevado de jornales. Entre los insumos pecuarios están el alimento balanceado y la pastura en las unidades domésticas que se dedican a la engorda de animales.

Las salidas de los agroecosistemas son los productos agrícolas, como granos, forrajes, hortalizas y flores; dentro de los granos se tiene al maíz; en los forrajes la alfalfa, maíz y avena; en las hortalizas al cilantro, brócoli, lechuga cebolla, cebollín, acelga, alcachofa, col, zanahoria; en las flores están alhelí, crisálida, estatices, nube, y aromáticas como el epazote y manzanilla.

Estos productos son para la venta y se comercializan principalmente en la central de San Salvador Huixcolotla, Puebla y en algunos casos en México D. F. El maíz y frijol son productos de autoconsumo.

De la actividad pecuaria se comercializan animales vivos (borregos y novillos) que son vendidos en el “corral” de Tepeaca. Las unidades domésticas con ganado vacuno también obtienen leche, comercializada en la localidad o en Tepeaca. Otro producto obtenido de la ganadería es el abono, que se usa en las parcelas agrícolas.

El dinero que se genera con la venta de productos agrícolas o pecuarios, se utiliza para la compra de insumos necesarios para la producción, pero también para cubrir las necesidades de los miembros de la unidad doméstica que permiten la reproducción de la misma. El dinero proviene también de la venta de fuerza de trabajo o de la realización de actividades no agrícolas como el comercio o los servicios, esto es considerado una entrada al sistema, ya que en ocasiones parte de este dinero es usado para la compra de insumos necesarios para la producción agropecuaria.

La relación entre los elementos del sistema y el funcionamiento del mismo es el siguiente: las condiciones ecológicas existentes en la localidad determinan el tipo de tierra y agua, recursos naturales que una vez inmersos en el ámbito social se convierten en recursos productivos que son usados por los campesinos. La tenencia de la tierra es ejidal y de pequeña propiedad; para aprovechar el agua se integran en una sociedad de riego, elemento central del sistema en estudio. Esta sociedad cuenta con una infraestructura hidráulica para usar el agua.

La familia es la base central de la unidad de producción. Cuenta con recursos como su fuerza de trabajo familiar, la tierra y el agua para riego. En base a estos recursos la familia se organiza para realizar actividades agrícolas y pecuarias, que generan productos agrícolas, destinados principalmente al mercado, en el caso de las hortalizas y productos de autoconsumo como el maíz y frijol. Los forrajes, principalmente alfalfa, se utilizan como alimento del ganado que tiene la familia, estableciendo una relación entre la agricultura y ganadería. La ganadería

genera abono que en algunos casos es utilizado en las actividades agrícolas, o se vende. Algunas unidades de producción llevan productos pecuarios al mercado, como la leche, o bien, se dedican a la engorda de ganado. Para esta investigación no se considera el subsistema ganadería.

A su vez estas actividades productivas generan desechos que van a dar al medio ambiente. En la figura 2.2 se muestra el diagrama de los sistemas agrícolas estudiados.

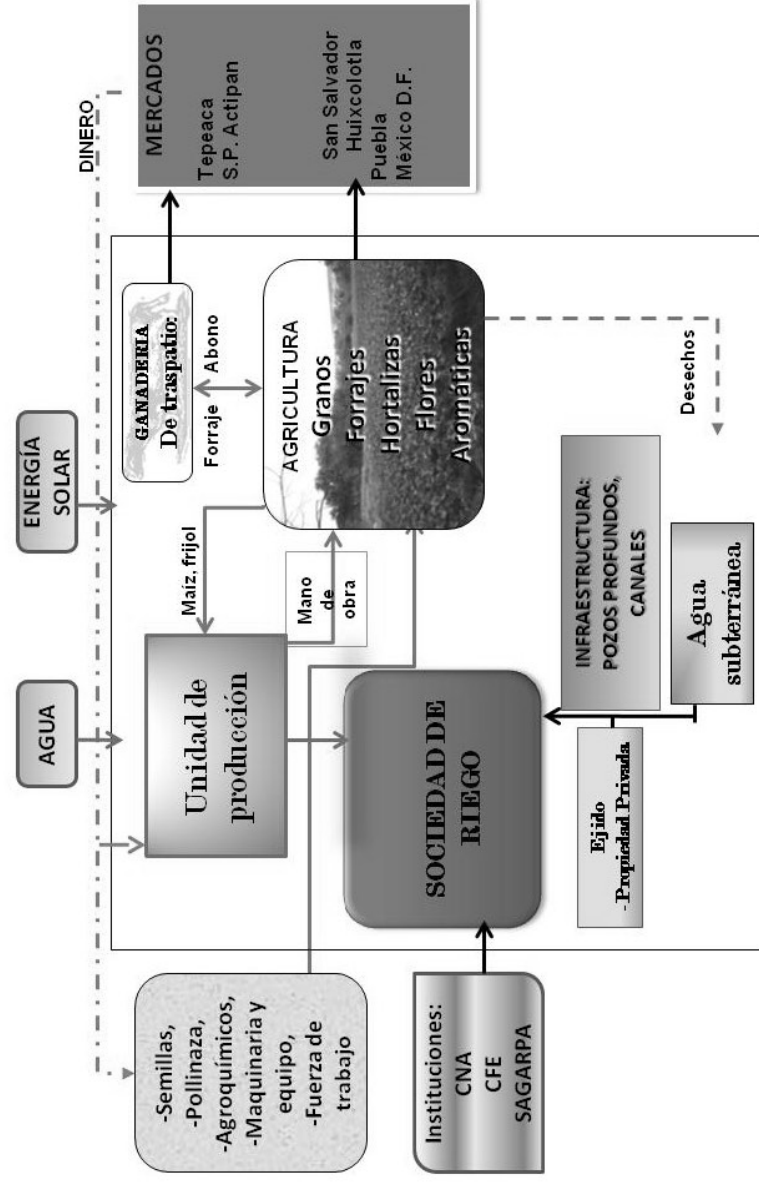


Figura 2.2 Diagrama de un sistema agrícola con pequeño riego, que usa agua de pozo profundo.  
Fuente: Elaboración propia

Definido el agroecosistema de estudio, precisamos las características de un sistema agrícola con pequeño riego sustentable, que usa agua de pozo profundo. Como se mencionó anteriormente, alcanzar la sustentabilidad implica buscar el equilibrio entre tres dimensiones: ecológica, económica y social.

- La sustentabilidad ecológica: el agroecosistema mantiene las principales características que son fundamentales para su sobrevivencia a lo largo del tiempo.

- La sustentabilidad económica: Las actividades agropecuarias producen una rentabilidad que hace atractivo seguir con dichas actividades.

- La sustentabilidad social.- los beneficios y costos se distribuyen equitativamente entre los diferentes grupos y se respetan los valores sociales y culturales del grupo involucrado.

Los agroecosistemas sustentables tienen varias propiedades, en el caso de esta investigación consideramos pertinentes los señalados por Maserá, *et al.*, (1999:23): productividad, confiabilidad, estabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autodependencia.

Considerando estos atributos o propiedades de los agroecosistemas se puede definir los sistemas de manejo sustentable de acuerdo con Maserá (*et al.*, 1999:23), como aquellos que permiten:

- ✓ Conseguir un alto nivel de **productividad** mediante el uso eficiente y sinérgico de los recursos naturales y económicos.

- ✓ Proporcionar una producción **confiable, estable** (no decreciente) y **resiliente** a perturbaciones mayores en el transcurso del tiempo, asegurando el acceso libre disponibilidad de los recursos productivos, el uso renovable, la restauración y la protección de los recursos locales, una adecuada diversidad temporal y espacial del medio natural y de las actividades económicas, y mecanismos de distribución del riesgo.

- ✓ Brindar flexibilidad (**adaptabilidad**) para mostrarse a nuevas condiciones del entorno económico y biofísico, por medio de procesos de innovación y aprendizaje, así como el uso de opciones múltiples.

- ✓ Distribuir **equitativamente** los costos y beneficios del sistema entre grupos y generaciones involucradas, asegurando el acceso económico y la aceptación cultural de los temas propuestos.

- ✓ Poseer un nivel aceptable de **autodependencia (autogestión)**, para poder responder y controlar los cambios inducidos desde el exterior, manteniendo su identidad y sus valores.

Con base a lo anterior los principios que tendrían que cumplir un sistema agrícola con pequeño riego sustentable, que usa agua de pozo profundo son:

Ecológicamente deben de mantenerse los niveles de producción. Esto es los volúmenes de producción obtenida por hectárea o por insumo usado.

Económicamente las actividades deben generar ganancias que sirvan como incentivo para seguir realizando las actividades agrícolas. En este tipo de sistemas el elemento agua para riego determina la dinámica. Para lograr tener una producción estable, confiable y resiliente, se debe usar el agua de tal manera que permita la recarga de los acuíferos, conservar su calidad y cantidad, realizando un uso eficiente del recurso, manteniendo en buen estado el equipo de bombeo y los canales de distribución.

Mantener la diversidad de cultivos propios de estos sistemas y su interacción con especies no cultivadas y el ganado para aprovechar los sinergismos y producir cualidades emergentes para mantener una producción estable ante un cambio ecológico y económico.

El sistema debe tener la capacidad de adaptarse a nuevas condiciones del entorno ecológico y/o económico. Esto es fundamental en los sistemas estudiados ya que enfrentan como principal problema la disminución del gasto hidráulico de los pozos. Debe darse un cambio en el manejo del recurso hídrico, sobre todo en el aspecto técnico, con mejoras en la infraestructura hidráulica.

Debe existir una distribución de costos entre los miembros de las sociedades de riego, para asegurar el funcionamiento pleno de la infraestructura hidráulica y el acceso al agua. Esto implica que todos cooperen para el pago de energía eléctrica, así como para el mantenimiento y reparación del equipo de bombeo y los canales de distribución (limpia de canales de riego). También todos los socios deben obtener, en consecuencia acceso al agua para regar sus cultivos.

El sistema debe depender en lo mínimo del exterior, es decir, que exista un nivel alto de autogestión, eso implica que sea la sociedad la que tome acuerdos para el mejor funcionamiento de la misma y una mejor administración del agua. Que la toma de decisiones, sobre las acciones a efectuar, se realice con la aprobación de todos los socios, es decir, democráticamente. La dependencia de insumos del exterior debe ser la más baja posible, lo que implica que se busque usar los recursos locales para la producción.

### CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta el proceso metodológico que se siguió para lograr el objetivo de esta investigación; es decir, se describen las diversas etapas que tuvo el proceso de investigación. En primer lugar precisamos el enfoque metodológico que se usó, y posteriormente se define la unidad de análisis empleada en la evaluación realizada, donde fue necesario describir el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) como la herramienta metodológica utilizada. También se señalan las técnicas de investigación que se utilizaron para la recolección de la información en campo. Finalmente se mencionan las técnicas usadas para el análisis de la información.

El proceso de esta investigación tuvo varias etapas. La primera etapa consistió en la selección de los cursos académicos del programa en estrategias para el desarrollo agrícola regional, cuya información sirvió para dar inicio al proceso de planteamiento del problema de investigación. Para ello se revisaron libros, artículos y tesis sobre el tema de los sistemas de pequeño riego y la sustentabilidad. Se decidió trabajar con el enfoque agroecológico para estudiar la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. Para la elaboración del marco teórico, se revisó material bibliográfico sobre el tema del desarrollo sustentable, desarrollo rural sustentable, la agroecología y sustentabilidad en sistemas agrícolas. Todo esto permitió precisar el problema de investigación, los objetivos y las hipótesis. Se definieron las técnicas y herramientas metodológicas a emplear, con ello se diseñaron los instrumentos para la colecta de la información: el cuestionario y la guía de entrevista.

La segunda etapa fue el trabajo de campo. En un primer momento se realizaron visitas a la región, para precisar la localidad de estudio y ubicar sus organizaciones y sus representantes; posteriormente se realizó la colecta de la información con los instrumentos diseñados previamente. La aplicación de la encuesta se realizó en los meses de mayo a julio de 2007. Se entrevistó a los miembros de las sociedades de riego seleccionadas, o a las personas que dijeron trabajar las parcelas y conocer el funcionamiento de la sociedad. Una vez que se

terminó la recolección de datos en campo se realizó el ordenamiento y codificación para proceder después a la captura de datos y al análisis de la información con software especializado.

Finalmente se integró la información, pudiendo verificar el cumplimiento de los objetivos planteados, lo que permitió derivar las conclusiones y recomendaciones.

### **3.1 El enfoque de la investigación**

El análisis de un fenómeno que involucra aspectos ecológicos, sociales y económicos requirió de un análisis desde diferentes disciplinas, por lo que decidió usar el enfoque teórico y metodológico de la agroecología, que es uno de los más promisorios para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. Se optó por este enfoque debido a que los sistemas de pequeño riego que tienen como fuente de agua el subsuelo, como es el caso, son sistemas muy complejos que sólo vistos y explicados desde esta lógica de sus actores pueden ser entendidos. Esto exigió al investigador estar en interacción con los usuarios del agua para recoger información empírica, que permitiera comprender la dinámica del sistema, que en este estudio se pone en duda su sustentabilidad, y que ésta es causada por factores externos en mayor medida.

La complejidad de la realidad estudiada, así como la de la evaluación de la sustentabilidad de este tipo de sistemas también exigió la utilización de varios métodos y técnicas como el mejor camino para llevar a buen fin esta investigación.

Debido a la realidad social que se pretendía abordar fue necesario utilizar tanto el “método hipotético deductivo”, también denominado método experimental. Este método supone la creencia en el empirismo y dicta sus imperativos en la fase de la observación, lo mismo que en la de tratamiento de los datos (Grawitz, 1975:290). A partir de la observación surge el planteamiento del problema que se va a estudiar, lo que lleva a emitir alguna hipótesis. Se usó este método ya que



se plantearon hipótesis y se debían probar, además de que era necesario realizar un análisis cuantitativo.

También se usó el “método hermenéutico” o también denominado método comprensivo. La finalidad de este método consiste en comprender o interpretar los hechos humanos. Se trata de interpretar los hechos basándonos en ciertos conocimientos previos. Esto porque dada la complejidad de los sistemas en estudio era necesario interactuar con los actores para saber de viva voz como realizan sus actividades, además de los problemas que enfrentan y como es que tratan de resolverlos.

Por lo tanto se decidió usar técnicas cuantitativas, propias del método hipotético deductivo y técnicas cualitativas propias del método hermenéutico, es decir, se utilizó un enfoque mixto. Se utilizó la encuesta como técnica cuantitativa y la entrevista semiestructurada y la observación directa, como técnicas cualitativas.

### **3.2 La unidad de análisis**

Esta investigación se realizó en el municipio de Tepeaca en el Estado de Puebla, localizado en la parte central del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 55' 30" y 19° 06' 18" de latitud norte, y los meridianos 97° 48' 18" y 97° 59' 18" de longitud occidental. Limita al norte con Nopalucan, al sur con Cuapiaxtla de Madero, Tecali de Herrera y Santo Tomás Hueyotlipan, al oriente con Acatzingo y al poniente con Acajete, Cuautinchán y Tecali de Herrera (CENADEMU, 1999).

La unidad de análisis de esta investigación fue la unidad de riego o sociedad de riego. Se optó por realizar el estudio en San Pablo Actipan, considerada localidad representativa del municipio de Tepeaca, por el número de pozos existentes. Se seleccionaron 2 sociedades: “El Chamizal” y “Lázaro Cárdenas” (Figura 3.1).

La unidad de riego o sociedad de riego se define como el sistema de producción bajo riego, cuya fuente de abastecimiento es el subsuelo. La unidad se constituye por productores asociados para proporcionar el servicio de riego a sus

agremiados, y cuya infraestructura hidroagrícola, se construyó con fondos del gobierno federal y de la comunidad (CNA-CP, 1998:iii).

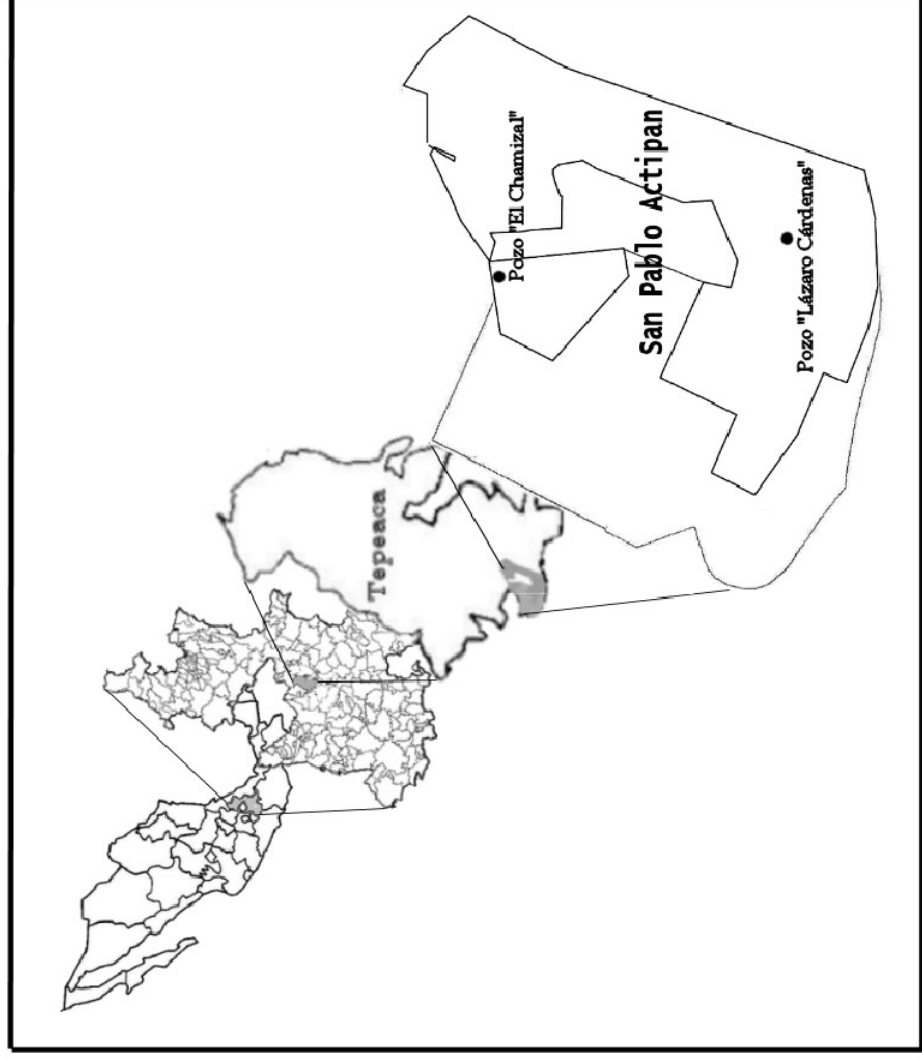


Figura 3.1 Localización de San Pablo Actipan, Tepeaca, Puebla.

Los sistemas de irrigación están conformados por componentes físicos y sociales que mediante su interacción convierten el recurso agua en un producto social, y que a la vez permite relativamente la apropiación del proceso productivo por parte de los actores sociales del sistema hidráulico regional (Campos, 1997).

Desde el planteamiento de Campos (1997) un sistema de riego se concibe integrado por dos componentes o subsistemas: el componente físico, que considera la parte ingenieril como las obras de captación, en este caso de extracción, la red de distribución, estructuras y caminos, además del agua y las parcelas en donde se va a distribuir el recursos; y el componente social que se relaciona con la organización de los usuarios, aspectos legales, culturales, y asuntos referentes a la distribución, y manejo del agua, así como los mecanismos

de intercambio que se presentan alrededor del aprovechamiento de este recurso para el cultivo de diferentes especies (Campos, 1997). Para el caso estudiado, agregamos los subsistemas productivos: los cultivos.

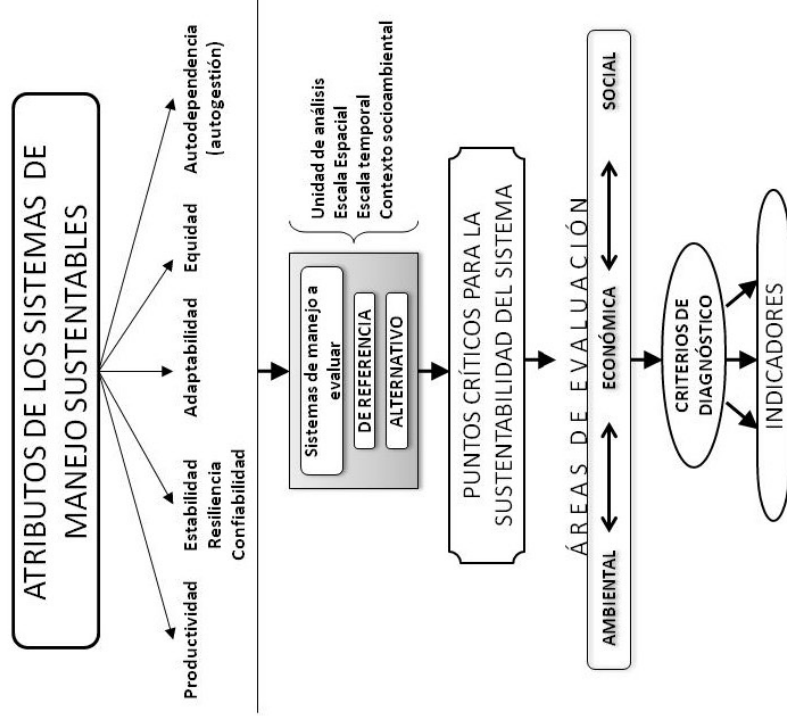
### **3.3 El MESMIS como herramienta metodológica**

Como herramienta metodológica se usó el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) propuesto por Masera *et al.* (1999), ya que el objetivo central del estudio es evaluar la sustentabilidad de los sistemas agrícolas con pequeño riego.

El MESMIS es una herramienta metodológica para evaluar la sostenibilidad de los sistemas de manejo de recursos naturales, con énfasis en los pequeños agricultores y en su contexto local (Masera *et al.*, 1999:ix). Esta herramienta ha sido empleada en varias evaluaciones, como las que presentan Masera y López-Riadura (2000), para diferentes regiones de México. También ha sido para evaluar sistemas de manejo de recursos en varios países de Latinoamérica (Astier y Hollands, 2005).

El MESMIS se basa en 7 atributos de sustentabilidad que a continuación se describen, como los plantea Masera *et al.* (1999:20-22): a) Productividad.- es la capacidad del agroecosistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios; b) Estabilidad.- es la propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable; c) Resiliencia.- es la capacidad del sistema de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves; d) Confiabilidad.- es la capacidad del sistema de mantener su productividad en niveles cercanos al equilibrio, ante perturbaciones normales del ambiente; e) Adaptabilidad.- es la capacidad del sistema de continuar siendo productivo ante cambios de largo plazo en el ambiente; f) Equidad.- es la capacidad del sistema para distribuir de manera justa, tanto intra como intergeneracionalmente, los beneficios y costos del manejo;

g) Autodependencia o autogestión.- es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior (Masera *et al.*, 1999:20). Se identifican varios puntos críticos para la sostenibilidad del sistema, los que luego se relacionan con tres áreas de evaluación (ambiental, social y económica). Además, para cada área de evaluación se definen criterios de diagnóstico e indicadores. Este procedimiento garantiza una relación coherente entre los indicadores de sostenibilidad y los atributos generales. Figura 3.1.



Fuente: Masera, et al., 1999

Figura 3.2 Esquema general del MESMIS

De acuerdo con Masera *et al.* (1999) la estructura operativa del MESMIS consiste de un **ciclo de evaluación** de seis pasos, como se describe a continuación. Señalando para cada fase el procedimiento aplicado a este estudio.

**Paso 1. Definición del objeto de evaluación.-** “En este primer paso, el equipo de evaluación caracteriza al sistema bajo estudio (tanto el de referencia como el

alternativo), y también el contexto socio-ambiental y el ámbito (espacial o temporal) de la evaluación. Una descripción precisa debería incluir los componentes del sistema (subsistemas), los insumos y la producción del sistema, las principales actividades de manejo y de producción en cada subsistema y las principales características sociales y económicas de los productores y la forma de organización que tienen”.

De acuerdo a la condición del investigador (estudiante de maestría), no se contó con un equipo de evaluación como tal, sin embargo, si se conto con una visión de diferentes disciplinas que los asesores del investigador proporcionaron.

Se decidió tomar a la unidad de riego como el sistema de estudio, realizando una evaluación transversal, es decir, comparando dos sistemas en la localidad de estudio. El criterio para diferenciar los sistemas fue la presión que tienen desde el exterior, el patrón de cultivos, la antigüedad del pozo, y la organización de cada sociedad. La sociedad “El Chamizal” se definió como el sistema de referencia, es el segundo pozo perforado en la localidad, en la década de los 70’s, maneja un patrón de cultivos amplio y el presidente de la mesa directiva es el mismo desde su fundación. La sociedad “Lázaro Cárdenas” se consideró como el sistema alternativo, tiene un pozo perforado en la década de los 80’s, con menor gasto hidráulico que “El Chamizal” y por lo tanto el patrón de cultivos es menos variado y cuya mesa directiva se cambia cada 2 años.

**Paso 2. Determinación de los puntos críticos.**–“Los puntos críticos de un sistema son las principales características o procesos que hacen peligrar o que refuerzan la sostenibilidad del sistema. La identificación de los puntos críticos centrará el proceso de evaluación en los aspectos más importantes del sistema bajo análisis. Algunas preguntas claves para identificar los puntos críticos son: ¿Qué hace que el sistema sea vulnerable? ¿Qué problemas en particular se presentan? ¿Cuál es la característica más resaltante?”. Una vez identificados los puntos críticos se relacionan con los atributos de sustentabilidad.

En este estudio la determinación de los puntos críticos se realizó en base a la información de estudios previos realizados en la localidad de estudio, información detectada en los recorridos preliminares y planteamientos de los productores.

**Paso 3. Selección de criterios de diagnóstico e indicadores.-** “Los criterios de diagnóstico se elaboran a partir de los siete atributos de sustentabilidad. Representan un nivel de análisis más detallado que los atributos, pero menos que los indicadores. Los criterios de diagnóstico sirven como vínculos intermedios entre los atributos, puntos críticos e indicadores, permitiendo una evaluación más efectiva y coherente de la sustentabilidad. El conjunto de indicadores usado en un proceso de evaluación es específico para el sistema que se está analizando. Los indicadores se seleccionan de acuerdo al problema en estudio, sus alcances y la disponibilidad de información, deben tener como características ser fáciles de medir, posibles de monitorear, proveer información disponible confiable, ser claros y simples para que se puedan entender.”

Para este estudio se determinaron 7 criterios de diagnóstico y de ahí se derivaron 12 indicadores en las 3 áreas de evaluación: 4 indicadores de tipo ecológico, 3 económicos y 5 sociales. (Se consideraron más indicadores que finalmente no se incluyeron en la evaluación, debido a la disponibilidad de tiempo y recursos, así como a factores ajenos al investigador y a los productores).

**Paso 4. Medición y monitoreo de indicadores.-**Este paso incluye diseñar herramientas analíticas y métodos de recolección de datos. Se pueden medir los indicadores de varias maneras. Los métodos usados incluyen mediciones directas en campo, establecimiento de tasas experimentales, revisión de la literatura, encuestas, entrevistas formales e informales, y técnicas participativas.

La selección del tipo de medición depende de la disponibilidad de recursos humanos y financieros. Al aplicar el MESMIS, se aconseja usar una combinación de técnicas directas e indirectas de medición. Para eso, la participación de los agricultores es importante, ya que se ha comprobado la precisión de los indicadores seleccionados y medidos por ellos.”

Para recolectar información se usaron técnicas cuantitativas como la encuesta y técnicas cualitativas como la entrevista y la observación. Se hizo uso de información primaria y secundaria. El análisis de datos para la medición de los indicadores fue mediante la estadística descriptiva.

**Paso 5. Presentación de resultados.-** “En esta etapa, los resultados obtenidos se resumen y se integran. De manera general, hay tres técnicas para presentar los resultados: técnicas cuantitativas, cualitativas y gráficas. Cuando se diseñan apropiadamente, las técnicas gráficas pueden ser la manera más efectiva para identificar los problemas que están limitando la sustentabilidad de los sistemas estudiados. En el MESMIS, se recomienda un diagrama tipo AMIBA, que muestra, en términos cualitativos, lo que se ha logrado del objetivo según cada indicador, dando el porcentaje del valor real con respecto al valor ideal (valor referencial). Esto permite una comparación simple, pero integral, de las ventajas y limitaciones del sistema bajo evaluación.”

Siguiendo la recomendación del MESMIS integramos los resultados en un diagrama tipo AMIBA, así hicimos una comparación de los sistemas para identificar los aspectos que obstruyen, así como los que más apoyan la sustentabilidad.

**Paso 6. Conclusiones y recomendaciones.-** “Recapitula los resultados del análisis. En primer lugar, el equipo evalúa cómo se comparan los sistemas de referencia y el alternativo, en términos de sustentabilidad. En segundo lugar, se discuten los principales elementos que favorecen o que inhiben al sistema alternativo, en comparación con el sistema de referencia. Basándose en estas conclusiones y considerando las necesidades y prioridades de todos los interesados, el equipo de evaluación propone recomendaciones para mejorar la sustentabilidad del sistema. En esta fase también se contempla la reflexión sobre el propio proceso de evaluación, y sus aspectos logísticos y técnicos.”

En esta investigación se hace un análisis del nivel de sustentabilidad del sistema de referencia y el alternativo, señalando cuales son los indicadores más fortalecidos y los más débiles a nivel global y por área de evaluación. Se asignó

una escala de sustentabilidad (alta, media, baja) de acuerdo al valor del indicador y con ello al ubicar los indicadores en esta escala se determinó cual de los dos sistemas presenta un nivel menor de sustentabilidad, lo que sirvió de base para hacer una planeación de las acciones que bien podrían llegar a fortalecer el perfil social, ambiental y económico de los sistemas analizados.

De acuerdo con Masera *et al.* (1999) un proceso de evaluación tiene éxito cuando ayuda a mejorar el perfil social y ambiental de un sistema de manejo de recursos naturales. En otras palabras, una evaluación debería tener como meta no solamente calificar las opciones de manejo, sino también, ayudar efectivamente a formular un plan de acción dirigido a mejorar el sistema de manejo. La evaluación de la sustentabilidad debería ser, finalmente, una herramienta para la planificación y el diseño de agroecosistemas. Su éxito está en la habilidad para ser aplicada en las actividades cotidianas de los proyectos agroecológicos. Por eso, en el MESMIS no se concibe a la evaluación como un proceso lineal, sino como un espiral reiterativo donde las conclusiones y las recomendaciones obtenidas son el punto de partida de un nuevo ciclo.

En el MESMIS se considera que la sustentabilidad de los sistemas de manejo de recursos naturales dependerán de satisfacer cinco atributos generales a).- productividad; b).-estabilidad, confiabilidad y resiliencia; c).-adaptabilidad; d).-equidad; y e).-autodependencia (autogestión).

La sustentabilidad de los sistemas de acuerdo al MESMIS se puede evaluar en forma temporal y en forma transversal. La primera consiste en evaluar el mismo sistema en el tiempo, y la segunda, compara sistemas en el mismo momento.

Este estudio se realizó en forma transversal. Al tomar esta opción se definió la sociedad “El Chamizal”, como el sistema de referencia y la sociedad “Lázaro Cárdenas” como el sistema alternativo.

El criterio para diferenciar los sistemas fue la presión que tiene cada uno desde el exterior, así que se seleccionó una sociedad de riego que se localiza al norte de la localidad: “El Chamizal”, fuertemente presionada por el exterior, que enfrenta



problemas de contaminación con residuos sólidos como bolsas y envases de plástico procedentes del tianguis de Tepeaca, que se ubica aun lado, que provoca la obstrucción de los canales y el desperdicio de agua. Además, existe una marmolería que arroja sus aguas residuales y llegan a los canales contaminando el agua. La otra sociedad, "Lázaro Cárdenas", se localiza al sur de la localidad, que no presenta tantos problemas de contaminación por residuos, por estar alejada de la mancha urbana.

La población total de ambas sociedades es de 54 productores. El número de miembros en la sociedad "El Chamizal" es de 28 y en la sociedad "Lázaro Cárdenas" 26. Dado que no es un número elevado, se planteó entrevistar al total de socios en ambas sociedades. El padrón de miembros de las sociedades fue proporcionado por los presidentes de las mesas directivas. Teniendo el padrón, se procedió a interaccionar con los productores. Sin embargo, el número de productores a entrevistar disminuyó porque algunas personas que aparecen en el padrón de la sociedad, ya no usan el agua, sobre todo, las personas mayores que no trabajan en el campo o aquellos socios cuya actividad principal ha dejado ser la producción agrícola.

En la sociedad "El Chamizal" un productor respondió a nombre de su padre y su hermano, por estar a cargo de las parcelas. En otro caso, un productor usa el agua del turno de su suegro que dejó de sembrar porque es de edad avanzada. Por lo tanto, el número real de usuarios del agua en la sociedad son 25. En el caso de la sociedad "Lázaro Cárdenas", tres productores ya no usan el agua, porque realizan otras actividades productivas que ocupan la mayor parte de su tiempo; en un caso la usa su tío y en los otros dos, algunos familiares, que también son miembros de la sociedad, por lo tanto el número de usuarios del agua son 23. El total de ambos es 48 socios.

Una vez determinada la población objeto de estudio, se procedió a recolectar la información, para ello se usó el siguiente procedimiento: se habló con el presidente de la mesa directiva de cada sociedad para plantear el objetivo del estudio y se pidió autorización para entrevistar a los socios. Así mismo, se solicitó el padrón de miembros de la sociedad, toda vez que se autorizó la

realización del estudio y autorización para entrevistar a los socios.

### **3.4. Técnicas de investigación**

Las técnicas de investigación son “procedimientos operativos rigurosos, bien definidos, transmisibles, susceptibles de ser aplicados de nuevo en las mismas condiciones y adaptados al género del problema y fenómeno en cuestión” (Grawitz, 1975:291). La elección de las mismas depende del objetivo perseguido y el método de trabajo. Para recoger información de campo, se utilizó como técnica cuantitativa la “encuesta” y las técnicas cualitativas “la entrevista” y “la observación directa”, mismos que se describen a continuación.

#### **3.4.1 Encuesta**

La encuesta consiste en recopilar información de una parte de la población denominada muestra o a través de un censo, relativa a datos generales, opiniones, sugerencias o respuestas que se proporcionen a preguntas formuladas sobre los diversos indicadores que se pretenden explorar a través de este medio (Rojas, 2005:221).

Los instrumentos que pueden emplearse para levantar una encuesta son el cuestionario o la cédula de entrevista. En esta investigación se usó el cuestionario. En el primer apartado del instrumento utilizado se preguntó sobre el recurso tierra: superficie de tierra que poseen en total; información sobre número de predios y tenencia. El segundo apartado fue sobre la producción agrícola: superficie sembrada y cosechada por tipo de cultivo, ciclo de cultivo y producción obtenida. El tercer apartado se refirió a la sociedad de riego: mantenimiento del equipo, repartición de tareas, cooperaciones, multas y renovación de la mesa directiva; un cuarto apartado sobre el recurso agua: disponibilidad y uso; y el quinto, abordó aspectos sobre la tecnificación del riego. El apartado final, se refirió a la tecnología de producción agrícola y del cultivo principal que maneja el productor entrevistado. Esta información sirvió para reconstruir los sistemas de estudio, para mayor referencia ver el cuestionario en el Anexo B.

Del total de 48 productores, se entrevistaron 38: 20 en “El Chamizal” y 18 en “Lázaro Cárdenas”. La población entrevistada es la que aceptó dar información, ya que 10 socios se negaron a contestar debido a conflictos internos. Se aplicaron encuestas a los usuarios: socios titulares, o bien, a las personas responsables del trabajo agrícola, o bien, usuarios del agua, como hijos, yernos o esposas de los titulares.

### **3.4.2 Entrevista**

La entrevista semiestructurada es aquella que se basa en una guía de preguntas donde el investigador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información sobre los temas deseados (Hernández *et al.*, 2003), a través del discurso, la opinión o percepción que el entrevistado tiene sobre un hecho social o ambiental.

Se aplicaron dos entrevistas, semiestructuradas a los presidentes de la mesa directiva de cada sociedad, para obtener información sobre la historia de la sociedad, al número de socios, el equipo de bombeo con que cuentan, los canales, la repartición del agua y el funcionamiento de la organización; estructura, toma de decisiones y designación de representantes, la guía de entrevista utilizada se encuentra en el anexo B. Esta información sirvió para caracterizar los sistemas de estudio, tratando de rescatar el discurso respecto a las prácticas tecnológicas y relaciones sociales que se tejen en la sociedad de regantes.

### **3.4.3 Observación directa**

Se seleccionó esta técnica para estar en contacto directo con la unidad de análisis, el manejo del agua y los productores que la gestionan. Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis (Hernández *et al.*, 2003).

En esta investigación se usó la observación directa, realizando recorridos por la localidad, en compañía de un socio de “El Chamizal” para ubicar el pozo de cada

sociedad. En un segundo momento, se utilizó esta técnica para verificar el estado de la infraestructura hidráulica: bomba, canales y canaletas; además de identificar los cultivos sembrados en la superficie de las sociedades.

#### **3.4.4 Fuentes secundarias**

Se usó información de fuentes impresas y electrónicas para elaborar cada uno de los apartados de este estudio. Se revisó bibliografía en la biblioteca del Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, así como en bibliotecas de la BUAP y de la UNAM. En la web se consultaron artículos de revistas, así como documentos electrónicos disponibles en las páginas de diferentes instituciones: PNUMA, SAGARPA, CNA, etc. Se consultó el REPGA, en la página web de la Comisión Nacional del Agua, para obtener información sobre la concesión de cada sociedad, y para saber el volumen concesionado a cada unidad.

#### **3.5 Análisis de datos**

La información captada a través de la encuesta, se codificó y se capturó en el paquete Microsoft EXCEL®. Posteriormente se calcularon medidas de tendencia central con el paquete estadístico SPSS® 11.0. Algunos cuadros con los resultados de SPSS, se trabajaron en Microsoft EXCEL®, para agrupar los resultados en una sola tabla comparativa. El gráfico AMIBA, que resume los resultados del estudio, se trabajó en Microsoft EXCEL®. Así mismo, se ordenó y analizó la información de las entrevistas y la observación directa.

## CAPÍTULO IV. MARCO DE REFERENCIA

Este capítulo trata sobre la importancia de los sistemas de pequeña irrigación en sus diferentes niveles territoriales: para el estado de Puebla, para la región centro oriente, para el municipio de Tepeaca y en específico para la localidad de San Pablo Actipan, donde se realizó la presente investigación.

### 4.1 La pequeña irrigación en México

En México los principales usos del agua son: doméstico, industrial y agrícola. En el caso mexicano, el agua de uso agrícola está organizado en dos formas: la grande irrigación y la pequeña irrigación (Escobedo, 1997).

Para distinguir entre una y otra se sigue, más que un criterio de tamaño, una divisoria administrativa: La gran irrigación, los llamados "Distritos de riego", que corresponden a sistemas de riego administrados y en su gran mayoría, sino todos, contruidos por el estado; y pequeña irrigación (o pequeño riego ), aquellos sistemas que en los últimos años se han denominado "Unidades de Riego"<sup>6</sup>, es decir, todos los sistemas de riego que no conforman un "Distrito de riego" (Escobedo, 1997:243).

La pequeña irrigación incluye todos aquellos sistemas en donde los regantes realizan personalmente las tareas fundamentales que impone el sistema de riego, utilizando el cúmulo de conocimiento local para resolver problemas de operación (distribución del agua), organización de los propios regantes para el mantenimiento, resolución de conflicto y monitoreo o vigilancia, ocupando ellos mismos todos los puestos necesarios (Palerm, 2006:81).

Las unidades de riego se pueden clasificar en función de la fuente de abastecimiento de agua; un alto porcentaje de las unidades registradas tienen

---

<sup>6</sup> Unidad de riego: Área geográfica destinada a la agricultura que cuenta con riego. No comprende almacenamientos y se integra por usuarios agrupados en asociaciones (CNA, 2005:102).

como principal fuente de abastecimiento los pozos profundos, siguiendo las plantas de bombeo de corrientes, las derivaciones por gravedad, los almacenamientos en presas y jagüeyes, y finalmente, las derivaciones de manantiales, así como las mixtas, con varias fuentes de abastecimiento.

Según la CNA-SEMARNAT (2007:50), el área bajo riego en México era de 6.3 millones de hectáreas, lo que coloca al país en el séptimo lugar mundial (CNA, 2001:35), de estas 3.4 millones de hectáreas correspondían a 86 distritos de riego (gran irrigación) y 2.9 millones de hectáreas a 39,492 unidades de riego (pequeña irrigación). Su distribución por tipo de aprovechamientos era: 1,828 presas de almacenamiento, 3,473 presas derivadoras, 3,187 plantas de bombeo, 28,578 pozos profundos y 2,428 manantiales y sistemas mixtos (Escobedo, 2006:96).

En el Cuadro 4.1 se muestra el número de unidades de riego y la superficie total de riego por entidad federativa<sup>7</sup>. Se observa que el mayor número de unidades se localizan en el estado de Zacatecas, seguido de Guanajuato, Chihuahua y Michoacán; el estado de Puebla se ubica en el quinto lugar.

Por su parte respecto a la superficie total regada, el estado de Guanajuato ocupa el primer lugar en importancia, seguido de Michoacán, Zacatecas, Chihuahua. En este caso el estado de Puebla, ocupa el lugar número 11.

#### **4.2 La pequeña irrigación en el estado de Puebla**

Las unidades de riego reportadas en 1999 por la CNA, tanto organizadas como no organizadas en los distritos de desarrollo rural en el estado era de 2,020 unidades que irrigaban una superficie de 122,290 hectáreas.

---

<sup>7</sup> El cuadro que presenta la CNA, señala que la información corresponde al año 1998. No se dispone de información más actualizada.

**Cuadro 4.1 Unidades de riego y superficie total de riego en México, por entidad federativa.**

Entidad Federativa	Unidades de Riego (número)	Superficie total de riego (miles de ha)
Aguascalientes	1,203	54.20
Baja California	1,800	62.10
Baja California Sur	130	24.80
Campeche	316	19.00
Chiapas	532	56.10
Chihuahua	2,399	185.00
Coahuila	1,531	149.30
Colima	916	64.10
Distrito Federal	17	2.00
Durango	1,545	106.10
Estado de México	1,308	160.90
Guanajuato	5,160	291.60
Guerrero	495	39.30
Hidalgo	486	62.10
Jalisco	1,880	161.60
Michoacán	2,360	224.80
Morelos	253	24.00
Nayarit	248	55.40
Nuevo León	1,155	143.00
Oaxaca	640	52.60
Puebla	2,020	122.30
Querétaro	564	38.90
Quintana Roo	254	10.90
San Luis Potosí	1,255	101.30
Sinaloa	469	45.00
Sonora	925	128.00
Tabasco	186	15.10
Tamaulipas	1,148	174.40
Tlaxcala	585	29.70
Veracruz	933	96.40
Yucatán	1,024	37.50
Zacatecas	5,745	219.80
<b>Total Nacional</b>	<b>39,492</b>	<b>2,955.50</b>

Fuente: CNA-SEMARNAT, 2007.

El Cuadro 4.2 muestra las unidades de riego organizadas y sin organizar, el número de obras y la superficie total regada por distrito de desarrollo rural en el estado de Puebla. Se observa que el distrito de desarrollo rural de Cholula es el que mayor número de unidades organizadas tiene, seguido de los distritos de Libres y Tecamachalco. Sin embargo, al considerar las unidades de riego sin organizar, el distrito de Tecamachalco ocupa el primer lugar. Si consideramos el número de unidades de riego en total, el distrito de Tecamachalco ocupa el primer lugar, seguido del de Cholula; ambos distritos cuentan con el 57% del total de unidades de riego en el estado. Respecto al número de obras, los dos distritos mencionados tienen el 49% de ellas en todo el estado y el 52% del total de la superficie regada.

**Cuadro 4.2 Unidades de riego, organizadas y sin organizar, número de obras y superficie total regada, por distrito de desarrollo rural. Puebla.**

Distritos de desarrollo rural	Unidades			Obras			Superficie (ha)		
	Organizadas	Sin Organizar	Total	Unidades Organizadas	Unidades sin organizar	Total	Unidades Organizadas	Unidades sin organizar	Total
Cholula	34	14	25	26	14	22	32	20	28
Huahunimango	4	1	3	3	1	2	3	1	2
Izúcar de Matamoros	14	4	9	35	4	24	31	4	23
Libres	16	11	14	12	11	12	11	14	12
Tecamachalco	16	53	32	12	53	27	13	36	20
Tehuacán	5	18	11	4	18	9	5	24	10
Teziutlán	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Zacatlán	10	1	6	7	1	5	5	0	4

Fuente: CNA-CP, 1999.

De acuerdo con Escobedo (2006:99) para el año 2004 se podría considerar que la superficie del pequeño riego en el estado de Puebla se hubiese incrementado en un 10% con la cual resultaba factible estimar la existencia de unas 140,000 hectáreas aproximadamente.

Existen diferencias en estos sistemas de acuerdo a los artefactos e infraestructura que utilizan estas unidades de riego. Los pozos y las plantas de bombeo representan más del 70% de los artefactos utilizados aunque sólo beneficien un 38% de la superficie bajo riego. El otro 30% de las fuentes de



suministro aprovecha corrientes superficiales y manantiales y sigue representando el elemento más importante, ya que permite regar el 62% de la superficie total bajo riego en el estado (Escobedo, 2006:99).

### **4.3 La Región Centro Oriente del estado de Puebla**

La Región Centro Oriente del estado de Puebla (RCO) está conformada por 13 municipios: Acatzingo, Cuapiaxtla de Madero, Cuautinchan, Mixtla, Los Reyes de Juárez, San Salvador Huixcolotla, Santo Tomás Hueyotlipan, Tecali de Herrera, Tecamachalco, Tepeaca, Tochtepec, Tlanepantla y Tzicatlacoyan (Rappo *et al.*, 2005).

Es necesario destacar que la Región Centro Oriente es estratégica, porque en ella se produce una cantidad considerable de alimentos y materias primas que abastecen a la ciudad de Puebla, así como a otros centros urbanos cercanos. La región cuenta con una red de canales y pozos de riego que permiten el cultivo de hortalizas, forrajes y otros productos comerciales. La producción de estos sistemas de pequeño riego tiene importancia económica y social, como lo demuestra el estudio realizado en la región, por González Luna (1995).

La existencia de esta infraestructura hidráulica en el valle de Tepeaca-Tecamachalco no es casual, sino que es el resultado del movimiento campesino en esta zona, que desde los inicios del reparto agrario está presente, es por ello, que en la región se encuentran los primeros ejidos otorgados en el estado de Puebla, como es el caso de San Pablo Actipan. Posteriormente al primer reparto agrario, la lucha fue por el agua, que era abundante en la región, pero se necesitaba la infraestructura necesaria para su adecuado aprovechamiento, es así como en la década de los 70's se inicia la perforación de pozos profundos, que como se mencionó es la principal fuente de abastecimiento.

Las características topográficas, climáticas y de infraestructura carretera hacen atractiva la región para el desarrollo industrial y de servicios. Situación que fue evidente en el año 2000, cuando el gobierno de Melquiades Morales (1999-2005)

buscó impulsar el proyecto Milenium, por medio del que se pretendía fomentar el desarrollo económico y social de la región, siendo el eje la actividad industrial, inmobiliaria y de servicios turísticos. Este proyecto se ubica dentro de la visión tradicional del desarrollo regional, que busca sólo el crecimiento económico a través de la industrialización y urbanización, dejando de lado los aspectos sociales y ecológicos (Rappo *et al.*, 2005).

El proyecto Milenium involucraba de manera directa a los municipios de Cuautinchan, Tecali de Herrera, Mixtla, Santo Tomas Hueyotlipan, Tlanepantla, Tepeaca, Tochtepec y Tecamachalco, puesto que la primera etapa del proyecto comprendía la construcción de una carretera de 57 kilómetros, afectando tierra, propiedad de campesinos de 18 comunidades de éstos municipios. Además estaba prevista un área de extracción minera, la consolidación de áreas agrícolas de mediana y alta productividad, el establecimiento de usos de suelos campestre y residencial en amplias zonas y el desarrollo de grandes complejos recreativos, turísticos y ecológicos, por lo que el proyecto involucraba a 27 municipios más (Hernández, 2004:137).

Los principales objetivos y metas del Proyecto Milenium fueron percibidos por los campesinos de la región como un atentado a su modo de vida y a su sobrevivencia. (Hernández, 2004:172), razón por la que se formó la Unión Campesina Emiliano Zapata Vive (UCEZV) el 27 de noviembre de 2000, cuyo objetivo primordial fue hacerle frente al proyecto Milenium y defender la tierra. “La movilización social implicó el establecimiento de alianzas con otras organizaciones, la difusión de la problemática regional, la negociación pública, así como el ejercicio moderado de la violencia en la última etapa del conflicto, como forma de presión hacia el estado, fueron parte de la acciones emprendidas por la UCEZV a lo largo de su lucha (Hernández, 2004:187) que finalmente logró detener dicho proyecto.

Económicamente la región es muy importante, predominan las hortalizas, los cereales, los forrajes y las explotaciones ganaderas, que generan ingresos favorables. Los sistemas agrícolas se vienen transformando. De 1991 al 2003 se dio un desplazamiento de superficie sembrada con cereales hacia la superficie

destinada al cultivo de forrajes y hortalizas, acorde a los sistemas de producción imperantes. Sin embargo, la superficie destinada a la producción de maíz y frijol, sigue siendo de importancia, ligada a la alimentación familiar y el maíz forrajero para la alimentación animal (Rappo *et al.*, 2005:36).

Esta tendencia se presentó en 10 municipios donde existe el riego, no así en los municipios, que tenían un grado de modernización rural bajo, principalmente por la falta de riego como Tzicatlacoyan, Cuautinchan y Tlanepantla. En estos 10 municipios donde existen sistemas agrícolas con pequeño riego que usan fundamentalmente agua de pozos profundos. Estos sistemas usan el agua del acuífero del valle de Tecamachalco<sup>8</sup>. En este acuífero el número de aprovechamientos es de 1,400 de los cuáles, 1,104 son pozos, 262 norias y 28 manantiales. La recarga anual estimada es de 163 mm<sup>3</sup> por año, con una extracción estimada de 256 mm<sup>3</sup>. Del volumen extraído, 87% se destina para fines agrícolas, el 10% tiene uso público urbano y sólo el 3 % restante para uso industrial (Jiménez, 2004:114).

El Cuadro 4.3 muestra las unidades de riego (pequeña irrigación) registradas y no registradas, en la Región Centro Oriente. Dentro de los municipios de la región que cuentan con unidades de riego, Acatzingo es el que más tiene, 47 en total (10 registrados y 37 sin registro) con una superficie irrigada de 1,271 hectáreas. En segundo lugar esta los Reyes de Juárez, que cuenta con 42 unidades (9

---

<sup>8</sup> El acuífero del valle de Tecamachalco se localiza en la porción central del estado de Puebla; su extensión superficial es de 3,400 kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>). Colinda con: la sierra de Sohtepec al noreste; por el volcán de La Malinche al norte; por la sierra de Zapotitlán al sur y suroeste y por la sierra del Tentzo al oeste. En esta zona se encuentran 29 municipios contenidos de manera total o parcial. Para el año de 2006, el acuífero del valle de Tecamachalco era uno de los 104 acuíferos que se encontraban sobreexplotados (CNA-SEMARNAT, 2007) de un total de 653 que existen en el país. El índice de sobreexplotación del acuífero es de 1.78, situado por encima de la media de índice de sobreexplotación y ocupando el lugar 22 de sobreexplotación a nivel nacional, presentado su disponibilidad media anual de agua un déficit de -32.091151 millones de metros cúbicos. La zona tiene un déficit global de 93mm<sup>3</sup> por año, lo que ha ocasionado abatimientos el nivel freático hasta 30 metros, medidos en el lapso de 1974 a 1998. El Acuífero del Valle de Tecamachalco se encuentra en una zona que desde el año de 1967 ha sido declarado como "zona de veda rígida" sin la existencia de permisos para explotación, en la medida que no es posible aumentar las extracciones de agua sin peligro de abatir peligrosamente o agotar los mantos freáticos (CNA, 2002).

registradas y 33 sin registrar), la superficie irrigada es de 1,855 hectáreas (CNA-CP, 1998).

En Tepeaca los sistemas de pequeña irrigación usan agua de pozos profundos; este municipio es importante respecto a este tipo de irrigación, comparándolo con el resto de municipios de la región centro oriente. La CNA reporta para el municipio de Tepeaca 25 unidades de riego organizadas, con una superficie de 1,420 hectáreas y con 676 usuarios (CNA-CP, 1998). Mientras que se reportan 13 unidades de riego sin organizar, con una superficie total de 486 hectáreas. En conjunto, el municipio cuenta con 38 pozos profundos que riegan un total de 1,906 hectáreas (CNA-CP, 1999); el número de usuarios no es un dato preciso porque no existen datos para las unidades de riego sin organizar. Sin embargo, el número de usuarios es el más alto en comparación a los otros municipios de la región.

**Cuadro 4.3 Unidades de riego organizadas y sin organizar. Región Centro Oriente Puebla.**

Municipio	Unidades de riego organizadas			Unidades de riego sin organizar			Total de unidades	Total superficie (Ha)
	Obras	Tipo	Superficie (Ha)	Usuarios	Obras	Tipo		
Acatzingo	10	Pozo	310	77	37	Pozos	961	1,271
Cuapiaxtla de Madero	5	Derivación 4 Pozos	171	183	20	Pozos	501	672
Los Reyes de Juárez	9	Pozos	386	207	33	Pozos	1,469	1,855
Mixtla	3	Pozos	111	111	5	Pozos	100	211
San Salvador Huixcolotla	9	Pozos	194	152	18	Pozos	377	571
Santo Tomas Hueyotlipan	7	Pozos	305	337	3	Pozos	89	394
Tecali de Herrera	9	Pozo	549	284	1	Pozos	30	579
Tecamachalco	16	Pozos	642	588	11	Pozos	339	981
Tepeaca	25	Pozo	1420	676	13	Pozos	486	1,906
Tlanepantla	1	Pozos	37	73	0	0	0	37
Tochtepec	7	Pozos	256	147	7	Pozos	131	387

Nota: Para las unidades sin organizar no existe información sobre el número de usuarios.

Fuente: CNA-CP, 1998 y CNA-CP, 1999.

Lo anterior muestra la importancia del municipio de Tepeaca respecto a los sistemas de pequeña irrigación en la región, razón por la cual se decidió realizar la presente investigación en dicho municipio.

#### **4.4 La pequeña irrigación en el municipio de Tepeaca**

Villarreal (1991:60) reporta, que en el municipio de Tepeaca para 1991 existían 100 aprovechamientos hidráulicos, de estos 48 eran de uso agrícola, 33 de uso doméstico, 17 de uso pecuario y 2 de servicio público. Señala que las redes de distribución en su mayoría eran canales sin revestir, estimándose eficiencias de conducción del 60%. El agua se aplica a los cultivos en forma tradicional (riego rodado), trayendo consigo el desperdicio de grandes volúmenes de agua; así mismo, la sobreexplotación de los mantos acuíferos ha incrementando los costos de extracción de este recurso.

Villarreal (1991:70) menciona que en el momento que realizó su estudio, ya se había detectado un grave abatimiento de los acuíferos con fluctuaciones en los niveles dinámicos de los pozos, que eran de centímetros hace aproximadamente ocho años, hasta de alrededor de 15 m en las últimas fechas. Para 1998 se reportaron 25 unidades de riego incorporadas que usan agua de pozos profundos, con una superficie beneficiada de 1,420 hectáreas y 676 usuarios.

Tepeaca es un municipio muy diverso, presenta diferentes altitudes y tipo de suelo (INEGI, 1994). Tomando como criterio la disponibilidad del agua para riego, se identifican al menos 3 zonas marcadas (Neri *et al.*, 2006):

La zona de temporal se localiza en la parte norte del municipio; abarca las localidades de San Miguel, Tlayoatla la Joya, San Lorenzo la Joya, San Pedro la Joya, Vicente Guerrero, Reyes de Ocampo y San Felipe Tenextepec. En esta zona se cultiva maíz, frijol, calabaza y haba principalmente. Los rendimientos han sido bajos en los últimos años debido al mal temporal. En el ejido de San Lorenzo la Joya de Rodríguez se tiene un pozo para riego.

La zona de transición se encuentra en la parte oeste y parte del centro del municipio, y comprende las localidades de San Bartolomé Hueyapan, Álvaro Obregón, Santiago Acatlán y San José Carpinteros. En esta área predomina la agricultura de temporal, sin embargo, existen pequeñas superficies con riego. En Santiago Acatlán existen 3 pozos y se siembran algunas hortalizas, aunque en la mayor parte del ejido se siembra maíz.

La zona de riego se ubica en la parte este del municipio y predomina en el sur, abarca las localidades de Zahuatalan de Morelos, el ejido de Tepeaca, San Pablo Actipan, San Hipólito Xochiltlenango, Sta. María Oxtotipan, Candelaria Purificación y San Nicolás Zoyapetlayoca. En esta zona la mayor parte de la superficie es de riego, pero existen algunas áreas de temporal. La única fuente de riego son los pozos profundos. Por el número de pozos para riego destaca San Pablo Actipan; cuenta con 13 pozos profundos, la mayoría organizados en sociedades de riego; es la localidad que cuenta con el mayor número de pozos en todo el municipio de Tepeaca. Dentro del plan Milenio, en esta comunidad estaba planteada la instalación de una planta potabilizadora de agua que eliminaría el azufre. El proyecto consideraba usar agua de al menos 5 pozos del norte de la localidad<sup>9</sup>. Este fue uno de los criterios para elegir a San Pablo Actipan como la localidad representativa, dentro del municipio de Tepeaca.

#### **4.5 San Pablo Actipan**

En este apartado se presenta información de la comunidad de estudio, San Pablo Actipan, con el fin de tener un panorama general de sus características. La información presentada corresponde a un estudio previo (a excepción del apartado de riego y drenaje, cuya información se obtuvo en el trabajo de campo en 2007), realizado por el investigador en la comunidad, en el año 2005. En ese estudio la unidad de análisis fue la unidad doméstica; se entrevistaron 44 productores, obteniendo información sobre la actividad agrícola, independientemente de la propiedad de la tierra, la disponibilidad de riego y la participación en una sociedad de riego.

---

<sup>9</sup> Comunicación personal de campesinos de San Pablo Actipan

La comunidad de San Pablo Actipan se encuentra localizada a 3 Km al sur de Tepeaca. Etimológicamente Actipan significa “encima del agua”, dicen algunos de los pobladores o “lugar de los grandes caudales”, como dice el letrero que da la bienvenida a la localidad.

El origen del agua para irrigación es totalmente subterráneo; sin embargo, es altamente sulfurosa. La precipitación varía entre 700 y 800 mm, con una sequía marcada en mayo. Los suelos predominantes de la zona son negros o cherozoen. La vegetación abarca encinos y pastizales de vegetación montañosa. La fauna más representativa de la zona abarca gran variedad, como: conejos, tlacuaches, ardilla, hasta rata de campo (Bernal, 1979).

Antes de la reforma agraria la superficie de San Pablo Actipan era apenas 112 hectáreas. Alrededor del pueblo existían 4 Haciendas: la Purificación, con una superficie de 982 hectáreas; Hacienda el Pino con 663 hectáreas; Rancho San Marcos cuya superficie era de 518 hectáreas y Rancho de los Topollanes con 780 hectáreas (RAN, Legajo No. 22, Dotación de Ejidos, citado por Vázquez *et al.*, 2006:5). Estas propiedades fueron afectadas y parte de ellas pasaron a conformar el ejido de San Pablo Actipan.

El ejido de San Pablo Actipan fue uno de los primeros beneficiados en el país por la reforma agraria; recibió la resolución de dotación firmada por Venustiano Carranza, el 11 de julio de 1917; con un total de 600 hectáreas, beneficiando a 125 campesinos. En 1978 el ejido aumentó a 181 ejidatarios beneficiarios de las 600 hectáreas. La comunidad tenía 100 hectáreas de pequeña propiedad y dicha superficies estaba constituida por 28 propietarios (Bernal, 1979:14).

Para 1978 en el ejido se habían formado cinco sociedades integradas por 30 socios cada una, que consiguieron créditos del Banco de Crédito Rural para la perforación de pozos artesianos. Cuatro estaban funcionando y uno estaba por terminarse. De las 600 hectáreas, 200 se encontraban bajo condiciones de riego, abastecidas por los cuatro pozos, siendo el resto de temporal.

Para 1978 los tres cultivos principales fueron maíz, alfalfa y lechuga. De maíz se reporta una superficie sembrada de 365 hectáreas entre temporal y riego, representó el principal cultivo con rendimientos de 1.325 toneladas por hectárea en temporal y de 1.450 toneladas por hectáreas en superficies de riego. En terrenos de riego se prefería el cultivo de alfalfa. Llegando a sembrarse alrededor de 125 hectáreas con un rendimiento de 5,600 a 6,000 kilogramos por hectárea, en cada corte. La lechuga empezaba a sembrarse, aunque no era un cultivo importante (Bernal, 1979).

#### **4.5.1 Tenencia de la tierra**

Según el XII Censo General de Población y Vivienda del 2000, San Pablo Actipan tiene una población de 3,019 habitantes, de los cuales el 61.29 % se dedica a actividades del sector primario (agricultura y ganadería), el resto de la población se emplea en actividades secundarias y servicios (comercio). La localidad cuenta con 485 hogares (INEGI, 2000).

El régimen de tenencia predominante en la comunidad es el sector ejidal, con 600 ha y el resto de la superficie, es pequeña propiedad. El núcleo ejidal de San Pablo Actipan tiene 794 parcelas y 29 solares, con una superficie de 571.287 hectáreas, de las cuales 566.287 es superficie parcelada y 4.31 son asentamientos humanos. Los posibles sujetos de derecho con parcela son 430 y los posibles sujetos con derecho a solar son 25, el total de sujetos de derecho son 440 (INEGI, 2007).

Neri (2005) señala que el tamaño de parcela en San Pablo Actipan, es menor a 5 hectáreas. El 85% de las unidades familiares que disponen de riego tenía predios menores a 5 hectáreas. El resto de unidades tenía predios de más de 5 hectáreas, como se muestra en el Cuadro 4.4.



**Cuadro 4.4 Unidades domésticas según tamaño de predio y disponibilidad de riego.**

<b>Superficie</b>	<b>Temporal</b>	<b>Riego</b>
Menos de 1 Hectárea	0	7
De 1 Hectárea	4	6
De 1 a 2 Hectáreas	1	7
De 2 a 3 Hectáreas	1	13
De 3 a 4 Hectáreas	0	5
De 4 a 5 Hectáreas	0	0
De 5 Hectáreas	0	0
Más de 5 Hectáreas	0	7
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>38</b>

Fuente: Neri, 2005.

#### **4.5.2 Riego y drenaje**

En la localidad existen 13 pozos profundos, la mayoría son sociedades de riego, el número de socios oscila entre los 12 y los 40. Las sociedades tienen diferencias respecto a la antigüedad, número de socios, superficie irrigada y la cantidad de agua extraída. Las características para algunas sociedades se describen a continuación y se muestran en el Cuadro 4.5.

**“La Providencia”**.- Este es un pozo antiguo, el agua brotaba de manera natural desde 1912, sin embargo, con el tiempo el agua dejó de brotar y fue mecanizado en 1998, tiene permiso para extraer 4 pulgadas de agua, con la cual riegan de 35 a 40 hectáreas. La sociedad tiene 35 miembros y la repartición del agua es por turnos de 12 horas cada 18 días.

**“La Fraternidad”**.- Es otro pozo de los más antiguos. Según una socia el agua surgía naturalmente, pero disminuyó a raíz del temblor de 1974<sup>10</sup> y luego se organizaron para colocar la bomba de 4” de diámetro aproximadamente en el año 2002. La sociedad cuenta con 12 miembros, el agua se reparte por turnos de 12 horas cada 6 días. Este pozo se ubica en la parte sur del área habitada de San Pablo.

<sup>10</sup> Este fenómeno afectó a varias localidades de la región, por ejemplo se menciona en el trabajo de Gonzales Luna (1995), en Buenavista de Juárez.

**“El Crucero”**.- Este fue el primer pozo mecanizado de la localidad. Según algunos de los socios, se perforó en 1970, por medio de la gestión del presidente del comisariado ejidal en turno. Al principio la bomba era de 8 pulgadas, aunque en la actualidad el gasto hidráulico ha disminuido. Actualmente la sociedad cuenta con 20 miembros.

**“El Chamizal”**.- Es el segundo pozo perforado en la localidad, en 1974. Está localizado en el norte de la localidad junto a la central de abasto de Tepeaca. Es una unidad de riego con 28 socios, con concesión para extraer 6 pulgadas de agua y regar 60 hectáreas. Sin embargo, por el colapso del ademe, sólo rinde 4 ½ pulgadas de agua y solamente se pueden regar 28 hectáreas.

**“Los Topollanes”**.- La sociedad tiene 26 miembros y una bomba de 4 pulgadas. Fue el tercer pozo de San Pablo Actipan perforado en 1976 aproximadamente. Se localiza en los límites de la central de abastos.

**“Emiliano Zapata”**.- La sociedad se compone por 37 integrantes; aunque el pozo es de 6 pulgadas arroja 4”. El pozo fue perforado en 1981.

**“La Nopalera”**.- La sociedad está formada por 30 socios. El pozo fue perforado aproximadamente en 1981; cuenta con una bomba de 6 pulgadas. Se localiza a unos 300 metros al sur de “El Chamizal”.

**“El Progreso de Santa Ana”**.- La sociedad está formada por 19 socios; el pozo tiene 4 pulgadas y fue perforado en 1985. La superficie es de 60 hectáreas en régimen de pequeña propiedad. La repartición del agua es por categoría. A los socios que tienen de 1 a 3 hectáreas les tocan 12 horas cada 15 días.

**“Lázaro Cárdenas”**.- Son 26 socios en la organización, y la superficie irrigada es de 36 hectáreas. El pozo es de 6 pulgadas, sin embargo, solamente se extraen entre 4 ó 5. El pozo fue perforado en 1985 a iniciativa de los socios. La repartición del agua es por turnos de 12 horas cada 13 días.

**“El Paraíso”**.- La sociedad tiene 12 miembros. El pozo fue perforado en 1995 y

es de 5 a 6 pulgadas; la repartición del agua “es por categoría”, es decir, a mayor superficie que tenga el socio, más agua le corresponde.

“**San José La Primavera**”.- Este pozo fue perforado aproximadamente en la década de los 70’s, era de un rancho que vendió a los productores que se organizaron y lo compraron, y repusieron el equipo de bombeo. La sociedad está formada por 40 miembros. El pozo rinde de 2 a 3 pulgadas.

“**Loma linda (El Seminario)**”.- El rancho loma linda o “el seminario” tiene un pozo de 4 pulgadas para uso particular, que usan para regar principalmente alfalfa. Se caracteriza por rentar tierras con agua.

“**El Pino**”.- De acuerdo con CNA-CP (1999) cuenta con 23 socios. Algunos productores mencionaron a esta sociedad de riego, pero no dieron más información.

**Cuadro 4.5 Pozos profundos en San Pablo Actipan.**

Sociedad	Año de perforación	Superficie (Ha)	Número de usuarios	Pulgadas de la bomba	
				Al perforarse	Actualmente
“El Crucero”	1970	nd	20	8	nd
“El Chamizal”	1974	60	28	8	4.5
“San José La Primavera”	1975	40	40	nd	3
“Los Topollanes”	1976	nd	26	8	4
“La Nopalera”	1981	30	30	nd	6
“Emiliano Zapata”	1981	nd	37	nd	4
“El Progreso de Santa Ana”	1985	60	19	8	4
“Lázaro Cárdenas”	1985	36	26	6	4
“El Paraíso”	1995	30-36	12	nd	5
“La Providencia”*	1998	40	35	4	4
“La Fraternidad”*	2002	nd	12	4	4
“El Pino”	nd	23	nd	nd	nd
Rancho “Loma Linda” (Seminario)	nd	nd	1	nd	4

\* El año corresponde a la mecanización.  
 nd: información no disponible  
 Fuente: Trabajo de campo, 2007.

En general, dentro de la localidad, los productores que no pertenecen a alguna sociedad de riego compran el agua a alguna sociedad o particular.

En la figura 4.1 se muestra la ubicación de los pozos en la localidad y la superficie del ejido de San Pablo Actipan.

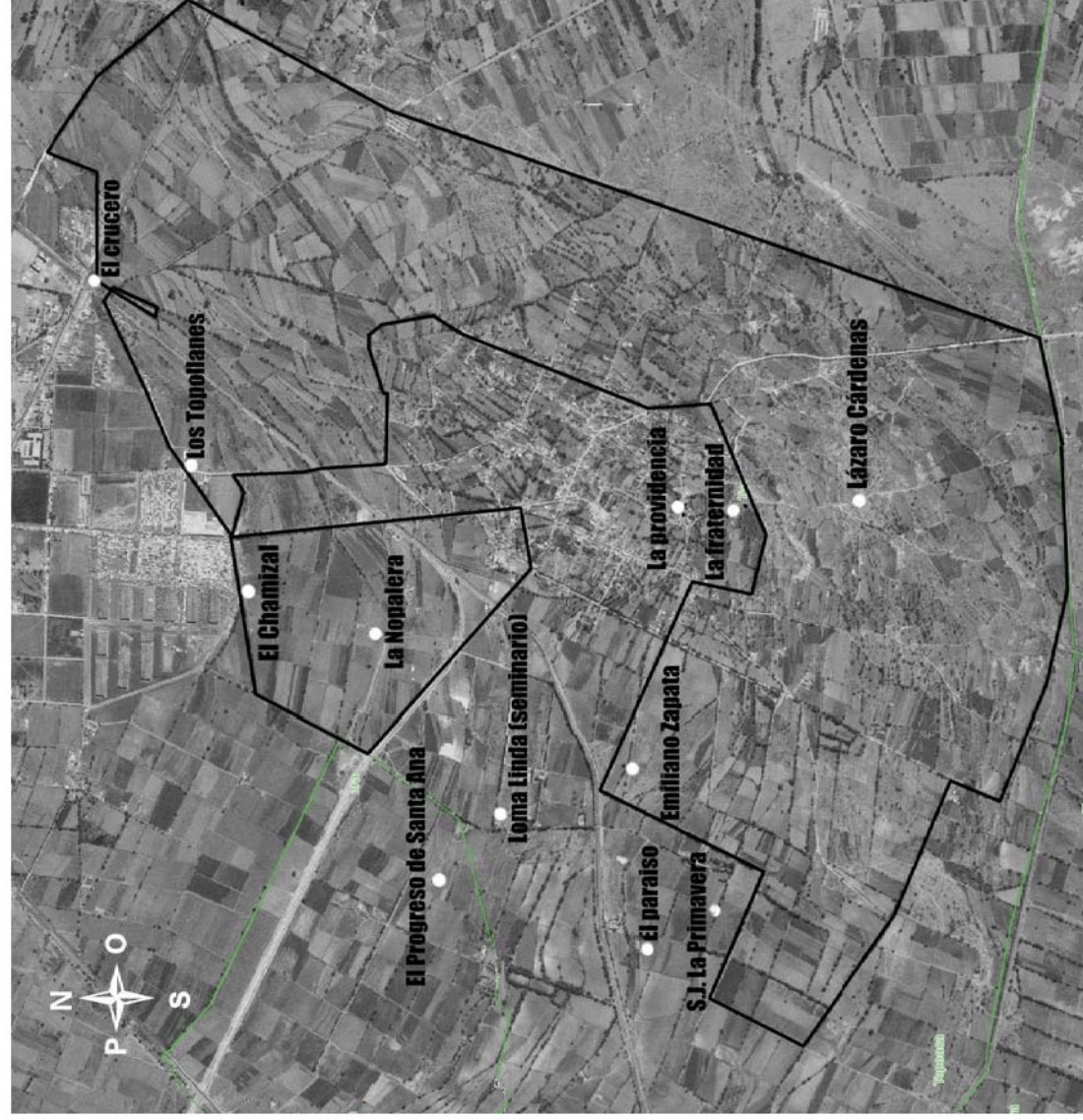


Figura 4.1 Ubicación de pozos profundos en San Pablo Actipan.

### 4.5.3 Actividad agrícola

En San Pablo Actipan el patrón de cultivos es variado. Se siembra: maíz; alfalfa, hortalizas, flores de diversos tipos y hierbas como la manzanilla. De acuerdo al número de unidades domésticas por cultivo manejado, la principal hortaliza es la cebolla, seguida del brócoli, la lechuga y el cilantro, después se sitúan las flores y la alfalfa (Cuadro 4.6).

**Cuadro 4.6** Número de unidades domésticas y cultivos sembrados.

Cultivos	Número de unidades domésticas
Alfalfa	10
Brócoli	13
Cebolla	16
Cebollín	2
Cilantro	12
Col	1
Flores	11
Lechuga	12
Manzanilla	1
Rábano	1

Fuente: Neri, 2005.

El 23% de las unidades domésticas en San Pablo Actipan, siembran solamente maíz, dedicado al autoconsumo, siendo la mayoría de temporal. El 11.36% siembran maíz y alfalfa, destinado el primero al consumo familiar y el segundo a la explotación ganadera, en este caso la principal actividad de la unidad es la cría de ganado para la venta en pie y la leche. El 20.5% de unidades domésticas siembran cultivos comerciales como las hortalizas, hierbas y flores. Algunas unidades domésticas manejan todos los tipos de cultivos: maíz, hortalizas, alfalfa y flores, en este caso dos de las cuatro unidades domésticas tienen más de 5 hectáreas (Cuadro 4.7).

**Cuadro 4.7 Unidades domésticas según cultivos manejados.**

Cultivo	Unidades domésticas	%
Sólo maíz	10	22.73
Maíz y alfalfa	5	11.36
Maíz, hortalizas, hierbas y/o flores	9	20.45
Maíz, alfalfa, hortalizas, hierbas y flores	4	9.09
Sólo hortalizas, hierbas y/o flores	15	34.09
Alfalfa, hortalizas y flores	1	2.27
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100</b>

Fuente: Neri, 2005.

La fuente de energía para el trabajo agrícola es mixta, el 68% de los productores utiliza fuerza animal y mecánica. Sólo el 18 % de los productores utilizan tractor para las diferentes labores, el 13% utiliza exclusivamente la fuerza animal, en su mayoría el tiro de mulas.

**Cuadro 4.8 Porcentaje de unidades domésticas según fuerza empleada.**

Fuerza empleada	%
Sólo Tractor	18.18
Sólo Animales	13.64
Tractor y animales	68.18

Fuente: Neri, 2005.

Resulta interesante destacar que sólo un productor es dueño de un tractor, la mayoría lo rentan. Los productores prefieren usar el tractor porque es más barato que la yunta y hace el trabajo más rápido; es decir, la decisión es principalmente económica, debido a que barbechar una hectárea con tractor, cuesta \$500.00, mientras que para barbechar con yunta, se “necesitarían cuatro yuntas con un valor de \$200.00 cada una, resultando un valor total de \$800.00 por hectárea (Cuadro 4.9).

**Cuadro 4.9 Porcentaje de unidades domésticas que usan yunta y/o tractor, según propiedad.**

Instrumento de tracción	Propiedad		%
	Propia	Rentada	
Yunta	Propia		44.44
	Rentada		55.56
Tractor	Propio		0
	Rentado		100

Fuente: Neri, 2005.

En San Pablo Actipan el uso de insumos químicos es elevado debido a que practican el control fitosanitario desde la perspectiva del monocultivo comercial. En el Cuadro 4.10, se observa que el 95% de los productores utiliza fertilizante químico, el 91% utiliza herbicida, el 63% usa algún tipo de insecticida, lo que expresa una alta dependencia del exterior a estos componentes de la producción. Sin embargo, el uso de abono orgánico sigue siendo una práctica común entre los productores; el 72% de ellos los utiliza.

**Cuadro 4.10 Porcentaje de unidades domésticas, según uso de insumos químicos.**

Insumos	% de unidades domésticas
Fertilizantes químicos	95.45
Herbicida	90.91
Insecticida	63.64

Fuente: Neri, 2005.

#### 4.5.4 Ganadería

La actividad pecuaria es básicamente de traspatio, para tener un ahorro y para el autoconsumo, aunque algunas unidades de producción tienen mayor cantidad de ganado para vender, sobre todo ganado ovino y bovino. Más del 50% de las unidades domésticas tienen gallos y gallinas y cerca del 19% tienen guajolotes. Dentro del tipo de ganado más representativo de la localidad se encuentra: bovinos de doble propósito, ovinos, aves y conejos.

La alimentación de este ganado es fundamentalmente con granos (maíz) y forrajes (cañuela y alfalfa) producidos en la localidad. Algunas unidades domésticas que producen hortalizas y tienen ganado, cuando no venden su producción alimentan a los animales con esas hortalizas. Sólo unas pocas unidades domésticas compran alimento balanceado para alimentar a su ganado.

#### 4.5.5 Mano de obra empleada en el trabajo agrícola

El 52% de las unidades familiares emplea mano de obra familiar y asalariada de forma combinada al realizar las labores agrícolas. Sin embargo, el uso de fuerza de trabajo familiar es importante; 41% de las unidades de producción usan sólo este tipo de mano de obra, y en contraste, como se aprecia en el Cuadro 4.11, sólo el 2% utiliza exclusivamente trabajo asalariado.

**Cuadro 4.11 Porcentaje de unidades domésticas por tipo de mano de obra empleada.**

Tipo de mano de obra empleada	% de unidades domésticas
Sólo familiar	40.91
Sólo asalariada	2.27
Familiar y asalariada	52.27
Mano vuelta	4.55

Fuente: Neri, 2005.

#### 4.5.6 Comercialización

La producción agrícola de San Pablo Actipan se genera con fines de comercialización, en el caso específico de las hortalizas y las flores. Sus productos se venden en los mercados de San Salvador Huixcolotla y la central de abastos de Tepeaca. Los productores que cuentan con camioneta llevan sus productos, los que no tiene como llevar su producción tienen que pagar flete incrementando sus costos. En algunos casos la producción es vendida en huerta, disminuyendo los gastos en cosecha y transporte de los productos.



#### 4.5.7 Trabajo extraparcela

Debido a que en las unidades domésticas los ingresos obtenidos por las actividades agropecuarias no son suficientes, algunos de sus miembros se emplean en otras actividades. La mayoría de ellos se emplean como jornaleros en la misma localidad y otros son comerciantes de hortalizas o de otros productos (Cuadro 4.12). Aún cuando existe migración a los Estados Unidos de Norteamérica, son pocas las unidades domésticas cuyos familiares están en ese país y reciben remesas que utilizan para la producción agrícola, participando así en el mercado de dinero.

**Cuadro 4.12 Unidades domésticas, por tipo de actividad extraparcela.**

Tipo de actividad	Número de unidades domésticas
Jornalero	18
Artesano	0
Comerciante	6
Otro	2
Sin actividad extraparcela	19
<b>Total</b>	<b>44</b>

Fuente: Neri, 2005.

## **CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD EN SISTEMAS AGRÍCOLAS CON PEQUEÑO RIEGO EN SAN PABLO ACTIPAN**

En este capítulo se presentan los resultados del estado de sustentabilidad de los dos sistemas estudiados: la sociedad “El Chamizal” y la sociedad “Lázaro Cárdenas”. Para una mejor organización de la información, seguiremos los pasos recomendados por el MESMIS, para el estudio de la sustentabilidad. Se implementó esta metodología ajustándola a los sistemas agrícolas con pequeño riego.

### **5.1 Paso 1.- Caracterización de los sistemas de estudio**

En la caracterización de los sistemas estudiados tomamos en cuenta la definición del objeto de la evaluación, su sistema físico, su recurso tierra, su producción agrícola y ganadera, el manejo del agua, el mantenimiento del equipo de bombeo y canales, la organización y funcionamiento y la problemática.

#### **5.1.1 Sistema de referencia: Sociedad “El Chamizal”**

“El Chamizal” S.P.R de R.L se localiza al norte de San Pablo Actipan frente a la central de abastos de Tepeaca, en los límites del ejido. Su pozo profundo fue el segundo en perforarse de tal forma que tiene una antigüedad de 30 años. La sociedad se fundó en 1974, aprovechando apoyos del gobierno, se asociaron 30 productores y solicitaron el permiso para la perforación. La Secretaría de Recursos Hidráulicos apoyó con la perforación y el equipo de bombeo; los socios pagaron el equipamiento eléctrico e hicieron un tramo de canaleta, aportando el 33% del costo total.

La superficie del proyecto<sup>11</sup> de la unidad de riego es de 60 hectáreas, siendo 32 ha de ejido y las restantes 28 ha de pequeña propiedad. Sin embargo,

---

<sup>11</sup> Superficie que dominan las obras de infraestructura de riego, parte de la cual, puede quedar fuera del beneficio del riego, debido a sus características físicas: topografía, suelo, accidentes fisiográficos o de otro tipo. (CNA-CP, 1998:iii).

actualmente la superficie regable<sup>12</sup> es de 28 hectáreas e igual número de socios.

### Sistema físico de riego

Esta sociedad tiene como fuente de abastecimiento de agua, un pozo de 180 metros de profundidad, equipado con una bomba sumergible de 6" de diámetro, marca Grundfos, con una potencia de 75 HP (Figura 5.1).



Figura 5.1. Pozo "El Chamizal"

La sociedad tiene concesión para extraer 6 pulgadas de agua; que representa un volumen de 311,040 m<sup>3</sup> al año. Sin embargo, originalmente este pozo extraía 8 pulgadas, pero a lo largo del tiempo disminuyó el caudal y debido a que el ademe se oxidó, ahora sólo se extraen 4 ½ pulgadas de agua.

La red de conducción del agua desde el pozo profundo hasta las parcelas alcanza los 3 kilómetros, en el caso de las parcelas más alejadas del pozo. Las tierras de la sociedad están divididas en 4 secciones, es decir, existe una gran dispersión en las parcelas (Figura 5.2).

La distribución del agua se hace por medio de canales. Existen 3 ramales principales y canales secundarios. La mayor parte de los canales están sin revestir

---

<sup>12</sup> Superficie susceptible de regarse en cada año agrícola en función de las disponibilidades de agua y suelo. (CNA-CP, 1998:iii).



y sólo un kilómetro tiene canales revestidos. Esta sociedad comparte los canales con otras sociedades como “Los Topollanes”, “La Nopalera”, “El Crucero” y “Emiliano Zapata”.

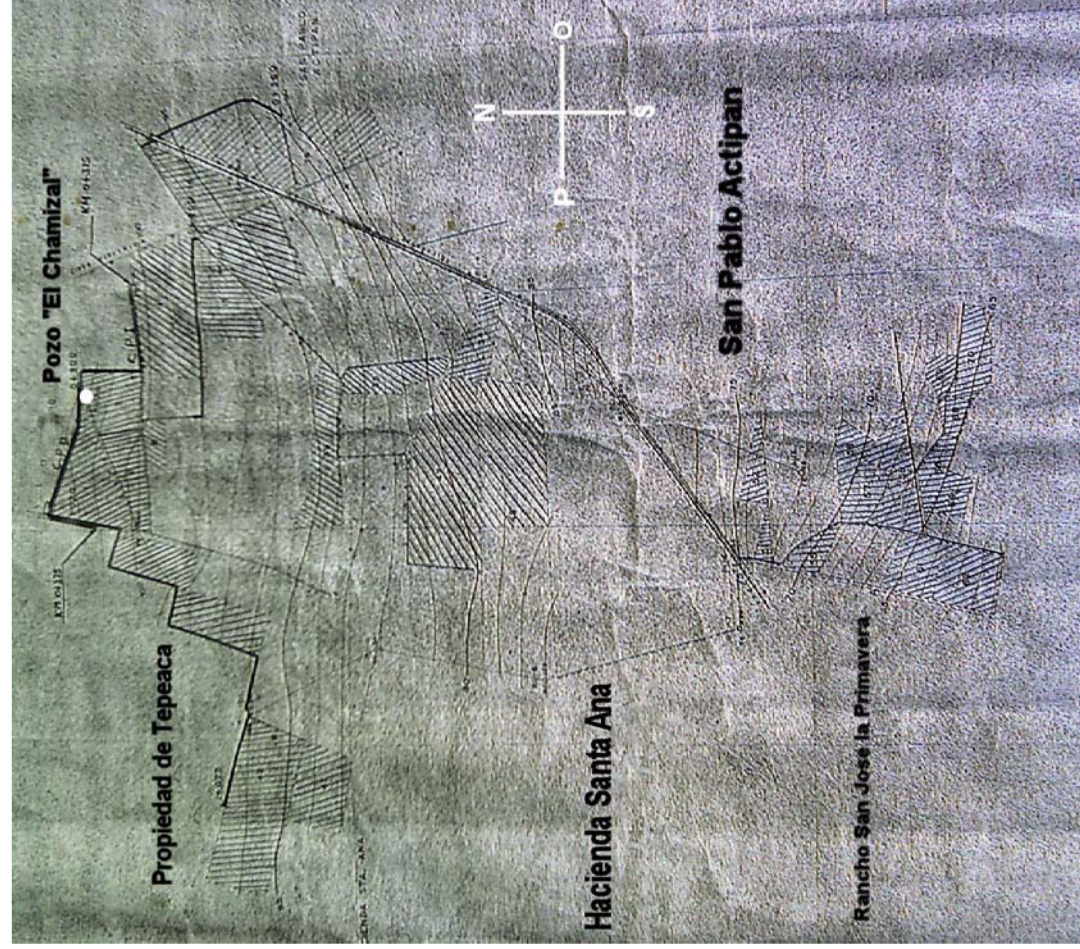


Figura 5.2 Croquis del pozo y parcelas que integran la sociedad “El Chamizal”

### Recurso tierra

Respecto al número de predios, el 35% de los socios tiene sólo uno; el 40% de los socios tiene dos predios, el 20% tres. Solamente un productor tiene 5 predios. Respecto a la superficie por socio, el 15% de los socios tiene de 1 a 1.5 ha, mientras que el 45% tienen de 2 a 2.5 ha; el 25% de los productores tienen de 3 a 3.5 ha y el 15% tienen más de 4 ha. (Cuadro 1 del anexo A).



Los integrantes de esta sociedad son ejidatarios y pequeños propietarios, 17 y 13 respectivamente. Del total de productores, 70% (14) dijo trabajar su parcela. El resto señaló que sus hijos son quienes trabajan. Sólo una persona dijo que dió a medias sus tierras. Como se indicó, del total de productores que integran la sociedad, se entrevistó a 20, grupo que aceptó dar información.

### Producción agrícola

El objetivo principal de la producción hortícola es la comercialización y sólo los forrajes se usan para alimentar a los animales. Entre los principales cultivos se encuentran el maíz, frijol, alfalfa, maíz forrajero, zanahoria, cilantro, lechuga, brócoli, cebollín, cebolla, betabel y flores como alhelí, nube, crisálida, estatiche y girasol. (Algunos cultivos se muestran en la Figura 5.3). Sin embargo, por superficie sembrada, las hortalizas son las más importantes, mismas que se siembran en 3 ciclos al año.



Figura 5.3. Cilantro y cebolla sembrados en las tierras de “El Chamizal”

Los productores usan una estrategia de pluricultivo en su parcela. En el periodo de estudio, el 50% de los productores (11) manejaron 2 cultivos; 5 productores manejaron 3 cultivos y el 10% del total de productores (2) sembraron 4 cultivos. Sólo 2 productores manejaron un cultivo.

Respecto al uso de insumos externos, se utilizan grandes cantidades de fertilizantes químicos e insecticidas. El uso de abono orgánico en estos cultivos es bajo; por lo general usan la pollinaza, que también proviene del exterior, y en menor medida emplean abono del ganado vacuno local.

## Ganadería

La ganadería es de tipo familiar o de traspasío, con fines de autoconsumo y fuente de ahorro. Esta actividad se relaciona con la actividad agrícola; la mayor parte de la alfalfa producida se usa para los animales, al igual que el rastrojo del maíz. Un mal mercado de la producción agrícola obliga a los productores a dejar el cultivo en campo el cual es aprovechado para alimento de los animales.

En el Cuadro 5.1 se observa que el principal tipo de ganado es el ovino. La población total es de 79 cabezas, propiedad de 6 productores. Sólo 4 socios tienen bovinos para engorda. 3 productores tienen 10 vacas lecheras. La leche producida es comercializada en la misma comunidad y en la cabecera municipal. Así mismo, 5 productores dijeron tener, burros y caballos.

**Cuadro 5.1 Número de productores con ganado y número de cabezas en “El Chamizal”.**

<b>Ganado</b>	<b>Productores</b>	<b>Número de cabezas</b>
Total	4	18
Bovinos	0	0
Leche	3	10
Engorda	4	8
Ovinos	6	79
Porcinos	1	1
Aves de corral	1	10
Burros	2	2
Caballos	3	5

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

## Administración del agua

La repartición del agua se hace igual que en el resto de las sociedades de San Pablo Actipan. Los turnos son de 12 horas continuas cada 14 días. Los primeros 14 días se reparte agua, de medio día a media noche y a los catorce días de media noche a medio día.

La desigualdad en superficie por socio obliga a ciertos arreglos para el intercambio, préstamo, o bien, a utilizar el agua sobrante. Por ejemplo, el que tiene una hectárea, sólo ocupa 8 horas de riego, así que le “sobra” agua. En este caso se “presta” al socio que la necesite. La venta de agua se realiza cuando no se utiliza todo el turno. Esta práctica social permite generar ingresos para pagar la energía eléctrica y el mantenimiento del equipo.

Otra práctica permitida es “el cambio de agua” que ocurre cuando un terreno queda lejos del pozo de la sociedad, se cambia el turno con algún miembro de otra sociedad que quede cerca del pozo, esto puede ser cuando no hay mucha agua en el pozo, o bien, cuando no se puede conducir el agua hasta las parcelas. Este es el caso de los productores cuyas parcelas se localizan cerca a Santa Ana. El agua debe atravesar un sifón por debajo de la vía de CEMEX, sin embargo, este sifón se tapa constantemente con las botellas y bolsas de plástico que son arrastradas, por el aire o el agua, desde la central de abastos de Tepeaca. Además de este problema, la canaleta que conducía el agua desde el sifón hasta las parcelas se cayó, impidiendo el paso del agua, razón por la cual los productores que tienen sus parcelas en esa área, cambian su turno con la miembros de la sociedad “El Progreso de Santa Ana” .

Debido a la disminución del gasto hídrico, la mayoría de los socios (75%) tienen que comprar agua en diferentes pozos. De esa proporción el 68% aseguró que compran el agua con sus compañeros dentro de la misma sociedad, nueve productores compran agua en al menos otros siete sociedades como “Los Topollanes”, “Loma Linda” y “La Providencia”. Tres socios dijeron comprar agua en pozos fuera de San Pablo Actipan. Al menos un socio mencionó el “Cruceiro”, “El Progreso” y “La Fraternidad” como los pozos en donde compran el agua. Como las parcelas están dispersas los productores compran el agua en el pozo que les queda más cerca su tierra.

El precio que pagan por el agua es variable; la hora de agua tiene un precio que va desde los \$20.00 hasta \$150.00, dependiendo de la cantidad de agua del pozo y la temporada, siendo en la época de secas el precio más elevado.

Otro aspecto importante es la pertenencia de algunos socios a otras sociedades de riego; el 35% de los miembros de “El Chamizal” están en esta situación (siete productores). Ahora bien, el número de pozos adicionales en donde son socios varía: seis productores son socios en solamente un pozo, un productor es socio además en otras dos sociedades de riego y un productor es miembro en otras tres sociedades. El Cuadro 5.2 muestra el número de socios de “El Chamizal” que también participan en otra sociedad de riego. Los socios pertenecen a algunos de los siguientes pozos: “El Crucero”, “El Progreso”, “La Providencia”, “Tres cerritos” y un pozo fuera de San Pablo Actipan. En algunos casos el agua de estos pozos se usa para regar la superficie en “El Chamizal”, cuando el agua se puede transportar hasta las parcelas.

**Cuadro 5.2 Número de socios de “El Chamizal” que pertenecen a otras sociedades de riego.**

Sociedad de riego	Número de socios de “El Chamizal”	%
Pertenecen a otra sociedad	7	35
No pertenecen a otra sociedad	13	65

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

### Mantenimiento del equipo de bombeo y canales

Respecto al mantenimiento del equipo de bombeo, el 85% de los productores aseguró que no hay un mantenimiento preventivo, señalaron que más que mantenimiento, es compostura. No se lleva un control sobre las horas de bombeo al mes. Mencionan que en época de “secas” la bomba trabaja día y noche; es decir, el equipo trabaja en forma continua, mientras que en época de lluvias la bomba descansa al menos medio mes.

La limpia de canales se realiza entre cada tres a seis meses dependiendo del estado en que se encuentren. Esta tarea la realizan los mismos socios o, en dado caso pueden contratar un peón al que le pagan \$100.00.



## Organización y funcionamiento

Como hemos señalado, “El Chamizal” es una Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada. Esta sociedad originalmente se formó con 30 socios, pero dos miembros fueron expulsados posteriormente. Uno por no cumplir con sus obligaciones como socio (no asistía a las asambleas, a las faenas y se atrasaba en el pago de las contribuciones), al principio se le castigó quitándole un turno, y aún así no se presentó, por lo que fue expulsado. El otro socio dijo que como sólo tenía una hectárea, no tenía suficientes recursos para dar sus aportaciones a la sociedad y la abandonó. De los 28 socios con que cuenta actualmente la unidad de riego, el 75% son socios fundadores y el resto son sucesores. Se debe mencionar que en esta sociedad se acordó que no se venderían las acciones a otros miembros o vecinos.

La sociedad tiene como estructura una mesa directiva integrada por un presidente, un secretario y un tesorero. Ellos tienen como funciones realizar las gestiones ante las dependencias gubernamentales y buscar el personal, y equipo necesario para la reparación y/o mantenimiento del equipo de bombeo.

Desde que se formó la sociedad, el presidente de la mesa directiva es la misma persona. Sólo se han cambiado el secretario y el tesorero. Muchos productores que no pertenecen a la sociedad dicen que en “El Chamizal” hay cacicazgo; para los socios no existe ningún problema y al momento de renovar la mesa directiva, se vuelve a votar a favor del mismo presidente. La mayoría de socios avalan esta situación, argumentando el buen trabajo realizado. Ningún socio quiere asumir el cargo de presidente de la mesa directiva, por el tiempo que demanda.

Las decisiones de la sociedad se toman en la asamblea general. Esta se realiza sólo cuando es necesario; por ejemplo, por alguna descompostura del equipo de bombeo; cuando hay que proporcionar alguna información, etc.

En esta sociedad no existen multas de tipo económico. Los socios tienen como acuerdo cumplir con todas las obligaciones como socio y si no cumplen, se hace

un llamado de atención o se castiga quitando un turno, llegando hasta la pérdida de la acción.

Entre los socios existe la confianza y la cooperación. Cuando se descompone la bomba, el costo de las reparaciones se reparte en partes iguales entre los socios, por ejemplo en el periodo de estudio los socios mencionaron que la bomba se descompuso en al menos 3 veces. Se presentan casos en que un solo socio asume el costo, sobre todo en desperfectos menores, luego recupera sus recursos. Cuando existe algún desperfecto mayor, se cita a una asamblea y se toman los acuerdos pertinentes.

### Problemática

Esta sociedad presenta varios problemas. Se colapso el ademe, razón por la cual se redujo el gasto de la bomba de 8 a 4 pulgadas. Por su localización junto al área del tianguis de Tepeaca, tiene problemas con los residuos sólidos, sobre todo bolsas y envases de plástico que obstruyen los canales cercanos a esta área y los sifones que cruzan la vía del ferrocarril (Figura 5.4). Otro problema es la dispersión de las parcelas de la sociedad, ya que existe una gran distancia del pozo hasta la última sección de la unidad de riego. A esto se le suman el elevado costo de los agroquímicos y la variabilidad de los precios de las hortalizas.

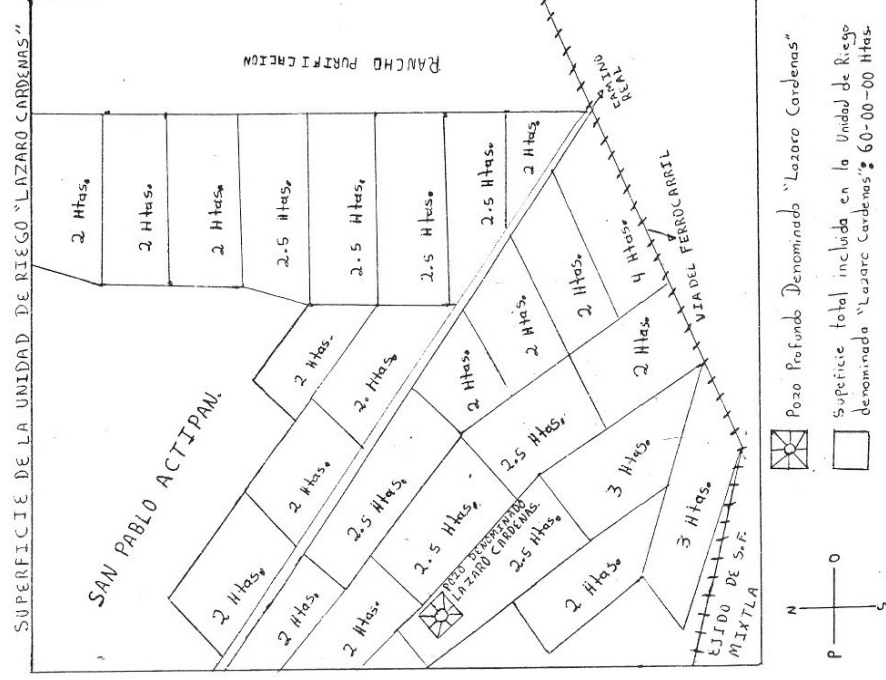


Figura 5.4 Entrada de un sifón donde se acumulan residuos sólidos

### 5.1.2. Sistema alternativo: Sociedad “Lázaro Cárdenas”

Esta unidad de riego se encuentra localizada al sur de la localidad. A diferencia de “El Chamizal”, no presenta problemas de contaminación del agua por residuos sólidos. Aunque el pozo es más nuevo, comparten la misma situación respecto al colapso del ademe.

Esta sociedad se constituyó en 1985. Está formada por 26 productores. La sociedad recibió apoyo del gobierno por medio del programa de zonas áridas, uno de los socios cedió el terreno donde se perforó el pozo. El gobierno apoyó la perforación y la electrificación; la sociedad puso el transformador y el equipo de bombeo. La superficie irrigada es de 36 hectáreas de propiedad ejidal. La mayor parte de las parcelas están juntas, como se muestra en la Figura 5.5. Actualmente funciona como unidad de riego, y no se ha constituido en una Sociedad de Producción Rural, como lo plantea la nueva ley.



Fuente: Sociedad “Lázaro Cárdenas”

Figura 5.5 Croquis de la superficie de la sociedad “Lázaro Cárdenas”

### Sistema físico de riego

La sociedad “Lázaro Cárdenas” cuenta con el siguiente equipo: una bomba sumergible de 6” de diámetro y un motor de 30 de caballos de potencia, aunque el pozo sólo extrae 4” y un gasto hidráulico de 15 a 16 litros por segundo. El pozo tiene una profundidad de 130 metros desde que se perforó; aunque el espejo de agua está a los 70 u 80 metros de profundidad (Figura 5.6).



Figura 5.6 Pozo “Lázaro Cárdenas”

La Comisión Nacional del Agua (CNA) dio el permiso de concesión en 1999 y tiene como fecha de término el 10 de octubre de 2009. Están registrados como ‘Sociedad Grupo de Trabajo Lázaro Cárdenas’, con número de título 04PUE109951/18AMGE99 y con un volumen autorizado de extracción de 165,888 m<sup>3</sup> anuales.

La infraestructura de conducción está formada por 3 canales principales. Uno hacia el norte, otro hacia el este y el otro al sur. Se calculan unos 4 kilómetros de canaletas (Figura 5.7). El gobierno apoyó para la construcción de 3 kilómetros. El material sobrante se repartió entre los socios y cada uno compró más, logrando construir otro kilómetro de canaleta.



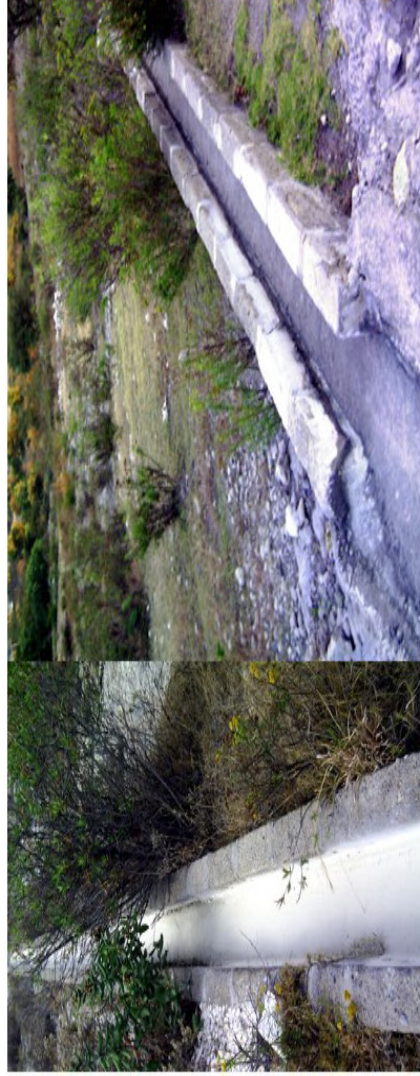


Figura 5.7 Canaletas en la sociedad "Lázaro Cárdenas"

### Recurso tierra

La superficie total incluida en la unidad de riego es de 50 ha de las cuales solamente se siembran 36 ha; éstas se distribuyen de 1.0 a 3.0 hectáreas por socio. El 44 % de los socios tiene hasta 1.5 ha, el 27% tiene 2.0 ha, el 11% tiene una superficie de 2.5 ha y otro 11 % poseen 3.0 ha. Para más detalles ver Cuadro 2 del anexo.

La mayor parte de los productores (50%) tiene solamente un predio; el 33% dos predios, un socio tiene tres predios y otro más tiene cuatro predios. El 77% de los socios trabaja personalmente su tierra. En dos casos los socios no se encuentran en San Pablo Actipan, por ello su esposa se encarga de sembrar la parcela.

### Producción agrícola

Los productores consideran que el tipo de suelo que denominan nextlal, "tierra con piedra caliza" son muy productivos para los cultivos de maíz, cebollín, alfalfa, brócoli, cebolla, cilantro, coliflor y poro (Figura 5.8). Los productores deciden libremente que cultivo sembrar en base a su experiencia y expectativas sobre el precio de mercado.



Figura 5.8 Brócoli cultivado en la sociedad "Lázaro Cárdenas"

El patrón de cultivos ha cambiado a raíz de la disminución de la cantidad de agua en el pozo, por esta razón en esta sociedad existe poca variedad de cultivos.

### Ganadería

La ganadería de traspatio es fuente de ahorro. El alimento de los animales es la alfalfa y rastrojo de maíz, y en algunos casos también se alimentan con algunas hortalizas que no se pudieron vender.

En el Cuadro 5.3 se aprecia que la actividad pecuaria es de gran importancia, sobresaliendo los ovinos. El 50% de los productores entrevistados dijo tener 200 cabezas en total de borregos de pastoreo. El ganado bovino es el segundo en importancia. Cinco socios (de 18) tienen bovinos, un total de 24 cabezas, la mayoría vacas lecheras y animales de engorda. La leche se comercializa en la cabecera municipal y en San Pablo Actipan.

Cuadro 5.3 Número de productores con ganado y número de cabezas. Sociedad “Lázaro Cárdenas”.

Tipo de ganado	Número de productores	Número de cabezas
Total	5	24
Bovinos	Trabajo	2
	Leche	16
	Engorda	4
Ovinos	9	200
Porcinos	3	12
Aves de corral	6	65
Burros	1	1
Caballos	2	4

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

### Mantenimiento del equipo de bombeo y canales

Al igual que en la sociedad “El Chamizal”, el mantenimiento del equipo de bombeo es correctivo, es decir, hasta que la bomba se descompone. No obstante en ocasiones se da mantenimiento preventivo, dado el tiempo y dinero que implica, esta tarea no siempre se realiza.

Debido a que la mayoría de los canales son recubiertos, la limpieza se realiza cada medio año o cada año. Si es necesario, se limpian antes o después del tiempo establecido. Los socios participan en la limpieza, o bien, pagan un peón para que trabaje por ellos. De no realizar ninguna de estas acciones se hace acreedor a una multa de \$50.00.

### Administración del agua

La repartición del agua es por turno de 12 horas cada 13 días; así el agua le toca a cada socio dos veces por mes. Una vez de las 12 a las 24 horas y la otra vez de las 24 horas a las 12 del medio día. En esta sociedad, el 72% de sus miembros compran agua, debido a que el gasto hidráulico del pozo es insuficiente para regar el 100% de la superficie sembrada.

Debido a la ubicación de las parcelas los productores compran agua en otros dos pozos. Algunos socios mencionaron que compran agua con sus compañeros; sin embargo, la mayoría (53%) compran agua a la sociedad “La Providencia” y el 46% compran agua en la sociedad de “La Fraternidad”. El precio que pagan por la hora de agua es variable; el precio más bajo reportado es de \$20.00 por hora, aunque el 33% de los productores mencionaron que el precio por hora es de \$40.00; el precio máximo reportado fue de \$50.00.

La mayoría de los productores de la sociedad “Lázaro Cárdenas” pertenecen a otra sociedad de riego. El Cuadro 5.4 muestra información al respecto. Cinco socios además pertenecen a otra sociedad; dos productores pertenecen a otras 2 sociedades y un socio es miembro en otras tres sociedades. Estas otras sociedades son: “Los Topollanes”, “La Nopalera”, “El Progreso”, “La Fraternidad”, “La Providencia”, “Emiliano Zapata”, “El Paraíso”, “Tres cerritos” y un pozo fuera de San Pablo Actipan. Debido a la ubicación de las tierras de la sociedad sólo pueden usar agua de “La Fraternidad” y de “La Providencia” para regar las tierras de “Lázaro Cárdenas”.

**Cuadro 5.4** Número de socios de “Lázaro Cárdenas”, que pertenecen a otras sociedades de riego.

Sociedad de riego	Número de Socios	%
Pertenecen a otra sociedad de riego	8	44.44
No pertenecen a otra sociedad	10	55.56

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

### Organización y funcionamiento

En esta sociedad, el 67% de los miembros (12 socios) son miembros fundadores; el 17% son sucesores y otro 17% compró la acción. La sociedad esta organizada en una mesa directiva integrada por un presidente, un secretario y un tesorero,



que se cambian cada 2 años por el sistema de "lista"<sup>13</sup>, así se asegura la participación de todos los socios en la mesa directiva.

Una función del presidente es entregar cada mes los recibos de luz al socio que le toca cobrar. A cada socio le toca cobrar un mes, conforme al rol de turnos. El secretario pasa lista y levanta actas de las asambleas. El tesorero recauda las cooperaciones y las multas.

En esta sociedad existen multas de tipo económico. Por ausencia o retardo a asamblea, o bien, por no participar en la limpieza de los canales, se aplica una multa de \$50.00. Las multas sirven para proveer fondos a la mesa directiva para casos de desperfectos del equipo.

El costo total de la luz se reparte entre el número de socios. En la época de lluvias sólo se paga el mantenimiento, puesto que no trabaja el equipo. El socio tiene que pagar use o no su turno de agua. Para los trabajos de limpieza de canales, se reparten los tramos correspondientes a cada socio y se da una fecha límite para que los trabajos se realicen; en caso de no hacerlo, se impone una multa.

### Problemática

El principal problema es el colapso del ademe. Esto implica la disminución del gasto hidráulico pues al principio se extraían 36 lt/s y después sólo extraían 16 lt/s. lo que implica una escasez de agua que provoca que no se pueda sembrar el total de la superficie en proyecto, que se tenga que comprar agua de otras sociedades y que el patrón de cultivos sea bajo. Además, el costo de los insumos como los agroquímicos es elevado y los precios de los productos es variable, lo que implica en ocasiones pérdidas económicas.

Como se observa existen diferencias entre ambos sistemas, respecto al sistema físico de riego por la cantidad de agua que se extrae y que hace posible la siembra de determinados cultivos como las hortalizas y los forrajes, así tenemos

---

<sup>13</sup> La lista es el padrón de miembros de la sociedad. De acuerdo al rol de turnos se va eligiendo a los representantes de la mesa directiva.

que en “El Chamizal”, que tiene más agua disponible y más superficie, se cultivan más hortalizas que en “Lázaro Cárdenas”. Además en el sistema de referencia existe dispersión de las parcelas, las últimas se ubican a tres kilómetros del pozo; mientras que en el sistema alternativo las parcelas están más juntas. Otra diferencia es que el sistema alternativo cuenta con más canaletas que el sistema de referencia. Otra diferencia es la organización, mientras en el sistema de referencia el presidente de la mesa directiva ha sido el mismo desde que se fundó la sociedad, en el sistema alternativo la mesa directiva se cambia cada 2 años. Ambos sistemas presentan el ademe colapsado y disminución del gasto hidráulico.

## **5.2 Paso 2.- Identificación de los puntos críticos**

Después de caracterizar los sistemas estudiados, la información secundaria disponible y la interacción con los regantes se encontró que en San Pablo Actipan, la producción de cultivos comerciales es importante por la superficie sembrada y el valor de la producción. Otro dato que deriva del trabajo de Palomares (2006), es que alrededor del 50% de los productores en San Pablo Actipan, perteneczan o no a una sociedad de riego, consideran que el agua no es suficiente para regar sus cultivos.

Algunos no socios compran directamente el agua a algún miembro de alguna sociedad. Sin embargo, existen otras formas de acceso al agua, tal es el caso de la mediería. El trabajo citado refiere que algunos productores toman a medias el cultivo y ponen la tierra, y el mediero pone el agua, ya que es socio de algún pozo, en caso contrario la compra.

Basado en lo anterior y con la información actual de los productores, consideramos como puntos críticos de los sistemas en estudio, los siguientes:

Existe una disminución en la cantidad de agua extraída por los equipos de bombeo en los últimos años, lo que pone en riesgo la permanencia de estos sistemas en el tiempo. Falta agua para regar los cultivos y a la vez genera un

consumo de energía eléctrica mayor, pues se tiene que bombear desde más profundidad, generándose un gasto mayor en el pago de la electricidad.

La antigüedad de los pozos y del equipo provoca que se averíen con más frecuencia los equipos, y se tengan problemas con los ademes. La contaminación con residuos provenientes de otras actividades como el comercio, impactan en la conducción del agua desde la bomba hasta las parcelas, por obstaculizar y/o contaminar el agua para riego. En “El Chamizal” se detecta baja participación de los socios, apoyados en el hecho de que el presidente no ha cambiado durante la vida de la sociedad.

Los puntos críticos se presentan en el Cuadro 5.5.

**Cuadro 5.5 Puntos críticos por atributo, para los sistemas de estudio.**

Atributo	Punto críticos
Productividad	Aumento de los costos de producción
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Disminución en la cantidad de agua disponible para el riego
Adaptabilidad	Poca disposición al cambio
Equidad	Desigualdad en el acceso al recurso agua
Autogestión	Alta dependencia del exterior

Fuente: Elaboración propia.

### **5.3 Paso 3.- Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores**

Una vez determinados los puntos críticos se procedió a seleccionar los criterios de diagnóstico y los indicadores para evaluar el estado de sustentabilidad de los sistemas agrícolas en estudio.

La selección de los criterios de diagnóstico e indicadores, partió de la definición de los puntos críticos. Su definición se hizo tratando de cubrir los tres horizontes en que se involucra el proceso social de la agricultura lo que permitió seleccionar

siete criterios de diagnóstico y 12 indicadores estratégicos e integradores: cuatro de la dimensión ecológica, cinco de la dimensión social y tres de la dimensión económica. En el Cuadro 5.6 se presentan los indicadores que se seleccionaron para evaluar la sustentabilidad de los sistemas de estudio, el método de medición, el instrumento utilizado para obtener la información y el horizonte al que pertenecen.

#### **5.4 Paso 4.- Medición y monitoreo de los indicadores**

Con la información recogida con las técnicas descritas en el capítulo de metodología, se procedió a medir y analizar cada uno de los indicadores propuestos para hacer la evaluación. Por el tiempo, los recursos disponibles y las técnicas de investigación utilizadas en este estudio se trabajó con información primaria proporcionada por los regantes e información secundaria. A continuación se detalla cada indicador agrupado por atributo.

##### **5.4.1 Productividad**

Para evaluar este atributo se seleccionaron los indicadores estratégicos de acuerdo al criterio de diagnóstico de eficiencia y considerando las áreas de evaluación ecológica y económica. Para evaluar este atributo seleccionamos dos indicadores estratégicos.

##### *Eficiencia*

###### 1.- Volumen de la producción

Indicador de tipo ecológico, considerado como el volumen de la producción obtenida por ciclo productivo. La información corresponde a dos periodos: julio-diciembre de 2006 y enero-julio de 2007. Aunque en San Pablo Actipan se cultivan más de 20 cultivos, en este caso se obtuvo información de los 11 cultivos de más importancia respecto a superficie sembrada y al volumen de la producción.

**Cuadro 5.6 Criterios de diagnóstico e indicadores de sustentabilidad para evaluar la sustentabilidad de los sistemas agrícolas con pequeño riego en San Pablo Actipan.**

Atributo	Criterios de diagnóstico	Indicadores	Método de medición	Instrumento	Área de evaluación
<b>Productividad</b>	Eficiencia	1.-Volumen de la producción	Rendimientos de los cultivos en toneladas/hectárea y volumen obtenido	Encuesta	Ecológica
		2.-Relación Beneficio/Costo	Beneficio/Costo	Encuesta	Económica
<b>Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad</b>	Diversidad	3.-Diversidad agrícola	Número de cultivos manejados	Encuesta	Ecológica
		4.- Reserva del recurso agua	Volumen concesionado – volumen extraído	Información secundaria	Ecológica
	Conservación de recursos	5.- Superficie regada	Hectáreas regadas con el agua de cada pozo	Encuesta	Ecológica
		6.- Factor de potencia	Factor de potencia reportado por CFE	Información secundaria	Económica
		7.- Medidas tomadas ante la disminución del volumen de agua	Acciones realizadas, medidas tomadas	Encuesta/ Entrevista	Social
<b>Adaptabilidad</b>	Capacidad de cambio e innovación	8.- Disposición al cambio	Disposición de tecnificar el riego	Encuesta	Social
		9.- Distribución del agua	Superficie regada con un turno	Encuesta/ entrevista	Social
	Distribución del agua	10.- Participación y toma de decisiones	Participación de los miembros en diferentes actividades de la sociedad	Encuesta/ Entrevista	Social
Organización		11.- Generación de recursos económicos	Existencia de un fondo	Encuesta/ Entrevista	Económica
	<b>Autogestión</b>	12.- Transparencia en manejo de los recursos económicos	Informes sobre el uso del dinero recaudado y gastos realizados	Encuesta/ Entrevista	Social

Fuente: elaboración propia a partir de Masera *et al.*, 1999; Ocampo, 2004.

Los rendimientos por hectárea de cada cultivo se manejaron en toneladas. La superficie sembrada de cada cultivo se multiplicó por su rendimiento, después se sumó el volumen de producción de cada cultivo para obtener el volumen total de producción a nivel sociedad.

La superficie sembrada en la sociedad “El Chamizal”, durante el año de estudio, fue de 67.5 hectáreas, obteniendo un volumen de la producción de 851.89 toneladas en total. En el caso de la sociedad “Lázaro Cárdenas”, se sembraron 41.45 ha, obteniendo un volumen de la producción de 599.46 ton. En el Cuadro 5.7 se presenta información sobre el volumen de la producción obtenida para cada sociedad.

**Cuadro 5.7 Superficie sembrada, rendimiento obtenido y volumen de la producción por sociedad.**

Cultivos	“El Chamizal”			“Lázaro Cárdenas”		
	Superficie (Ha)	Rendimiento (Ton/Ha)	Volumen de la producción (Ton)	Superficie (Ha)	Rendimiento (Ton/Ha)	Volumen de la producción (Ton)
<i>Básicos</i>						
Maíz	10	1.9	19	15.5	1.6	24.8
Frijol	0.5	0.6	0.3	1	0.7	0.7
<i>Forrajés</i>						
Alfalfa	7.5	50	375	7.45	50	372.5
<i>Hortalizas</i>						
Cebolla	8.5	10.65	90.525	1	20	20
Brócoli	6	9	54	10.5	10	105
Cilantro	13.5	8.85	119.475	4	9	36
Cebollin	4.5	11.63	52.335	2	10.23	20.46
Lechuga	6.75	12	81	0	0	0
Zanahoria	2	10	20	0	0	0
Tomate	0.5	12.5	6.25	0	0	0
Betabel	1	18	18	0	0	0
Alcachofa	0.5	1	6	0	0	0
Coliflor	0	0	0	1	20	20
<i>Flores</i>						
Alheli	0.5	8	4	0	0	0
<i>Aromáticas</i>						
Epazote	1	10	10	0	0	0
<b>Total de Superficie sembrada</b>	<b>67.5</b>	<b>164.13</b>	<b>851.89</b>	<b>41.45</b>	<b>121.53</b>	<b>599.46</b>

Fuente: Trabajo de campo 2007.

Los rendimientos por hectárea fueron similares en los cultivos básicos (maíz y frijol). Sin embargo, el nivel de participación porcentual en el volumen de la producción total, los básicos aportaron el 2.26% en el "El Chamizal" y el 4.25% en la sociedad "Lázaro Cárdenas".

El rendimiento de la alfalfa fue igual en ambas sociedades, obteniendo un volumen de producción similar. Sin embargo, existen diferencias respecto al patrón de cultivos en cada sociedad. En "El Chamizal" la alfalfa participó con un 44% del volumen de la producción, mientras que en "Lázaro Cárdenas" aportó el 62%.

Las hortalizas ocuparon más superficie en ambos casos, pero hubo más variedad de éstas en "El Chamizal", donde aportaron el 52.5 % del volumen de producción del sistema, mientras que en la sociedad "Lázaro Cárdenas" sólo aportaron el 33 %.

Otra diferencia es que en "El Chamizal" se cultivaron flores y aromáticas, aunque en poca cantidad, en "Lázaro Cárdenas" no se sembraron.

## 2.- Relación Beneficio/Costo

Se analizó el valor de la producción y el costo para conocer la rentabilidad de cada cultivo (indicador de tipo económico). Dado que el patrón de cultivos es diferente en cada sociedad, para determinar el costo de producción, los ingresos netos y la relación beneficio costo, se obtuvo información de los siete cultivos más comunes en ambas sociedades y más representativos, respecto a la superficie sembrada.

En la sociedad "El Chamizal" el cultivo con relación beneficio/costo menor a uno fue el maíz con 0.26. Esto significa que por cada peso invertido sólo se recuperan 26 centavos. Los costos más elevados en la producción de este cultivo fueron la fuerza de trabajo, representando más del 50% del costo total. Se debe señalar que los productores que proporcionaron información sobre este cultivo tienen características peculiares como la falta de mano de obra familiar por diversas

razones, lo que provoca que se contraten jornaleros; sin embargo, consideramos que este hecho no se puede generalizar para el resto de las unidades domésticas que cultivan maíz.

Los cultivos con una relación beneficio/costo alto fueron la crisálida, con 1.52 y la cebolla, con 1.81. En el caso de la primera, por cada peso invertido se obtuvieron 52 centavos de ganancia y en el caso de la cebolla por cada peso invertido se ganaron 81 centavos (Cuadro 5.8).

**Cuadro 5.8 Costos de producción y relación beneficio/costo. Sociedad “El Chamizal”.**

Cultivo	Preparación del terreno	Insumos	Fuerza de trabajo		Transporte	Materiales	Costo Total	Beneficio		R B/C
			Asalariada	Familiar				Bruto	Neto	
MAÍZ	2,200	2,210	3,000	900	500	-	8,810	2,250	-6,560	0.26
ALFALFA	2,100	7,025	7,600	650	1,600	-	18,975	24,000	5,025	1.26
CEBOLLA	1,900	12,818	4,600	2,400	413	-	22,131	40,000	17,870	1.81
BROCOLI	2,150	6,670	3,700	2,700	1,300	600	17,120	20,000	2,880	1.17
LECHUGA	1,600	6,846	4,450	900	-	-	13,796	15,000	1,204	1.09
CILANTRO	1,500	2,346	3,200	100	300	-	7,446	10,000	-2,446	1.34
CRISALIDA	2,500	10,570	4,900	900	600	320	19,790	30,000	10,210	1.52

Nota: Los cálculos son para una hectárea y para un ciclo productivo.  
Fuente: Trabajo de campo, 2007.

En la sociedad “Lázaro Cárdenas” el maíz fue el cultivo con la relación beneficio/costo más bajo (0.67), es decir, de cada peso invertido se recuperaron 67 centavos. En el caso de la alfalfa por cada peso invertido se obtuvo una ganancia de 24 centavos. Los cultivos más rentables fueron las hortalizas. En el caso del brócoli, dicha relación fue de 1.27, lo que significa que por cada peso invertido se obtuvo una ganancia de 27 centavos. La cebolla fue el cultivo con la relación beneficio/costo más alta: por cada peso invertido se obtuvo \$ 1.44 de ganancia (Cuadro 5.9).

**Cuadro 5.9 Costos de producción y relación beneficio/costo. Sociedad “Lázaro Cárdenas”.**

Cultivos	Preparación del terreno	Insumos	Fuerza de trabajo		Transporte	Materiales	Costo de producción Total	Beneficio		R B/C
			Asalariada	Familiar				Bruto	Neto	
MAÍZ	450	1,400	1,100	2,100	-	-	5,050	3,400	1,650	0.67
ALFALFA	1,125	9,333	7,300	625	450	500	19,333	24,000	4,667	1.24
CEBOLLA	2,450	10,550	2,000	2,300	150	3,000	20,450	50,000	29,550	2.44
BROCOLI	2,150	9,770	1,900	3,000	500	780	18,100	23,000	4,900	1.27

Nota: Los cálculos son para una hectárea y para un ciclo productivo.  
Fuente: Trabajo de campo, 2007.



El Cuadro 5.10 presenta la relación beneficio/costo para cada sociedad. Para obtener estos valores, se multiplicó el costo total, el beneficio bruto y neto por la superficie sembrada por cultivo en el año agrícola; después se sumaron los valores de cada cultivo para obtener los valores del total de la sociedad; posteriormente se procedió a calcular la relación beneficio/costo para el sistema.

**Cuadro 5.10 Costo total y relación beneficio/costo por sistema.**

Cultivos	"El Chamizal"				"Lázaro Cárdenas"				R B/C	
	Superficie (ha)	Costo Total (\$)	Beneficio		Superficie (ha)	Costo Total (\$)	Beneficio			
			Bruto	Neto			Bruto	Neto		
<b>Básicos</b>										
Maíz	10.00	88,100	22,500	-5,600	0.26	92,806.25	61,465.25	- 31,341	0.67	
	10.00									
<b>Forrajes</b>										
Alfalfa	7.50	142,312.50	180,000	37,667.50	1.26	144,030.85	178,800	34,769.15	1.24	
	7.50	-	-	-						
<b>Hortalizas</b>										
Cebolla	8.50	188,113.50	340,000	151,886.50	1.81	20,450	50,000	29,550	2.44	
Brócoli	6.00	102,720	120,000	17,280	1.17	193,670	246,100	52,430	1.27	
Cilantro	13.50	100,521	135,000	34,479	1.34	29,784	40,000	10,216	1.34	
Lechuga	6.75	93,123	101,250	8,127	1.09	-	-	-	-	
	34.75	484,477.50	696,250	211,772.50		243,904	336,100	92,196		
<b>Flores</b>										
Crisálida	0.75	14,842.50	22,500	7,657.50	1.52	-	-	-	-	
<b>Total</b>	<b>55.00</b>	<b>729,732.50</b>	<b>921,250</b>	<b>191,517.50</b>	<b>1.26</b>	<b>480,741.10</b>	<b>576,365.25</b>	<b>95,624.15</b>	<b>1.20</b>	

Fuente: Trabajo de campo 2007.

La comparación de la información del Cuadro 5.10, muestra lo siguiente: en la sociedad "El Chamizal se obtuvo una relación beneficio costo de 1.26, superando por 6 centavos a la sociedad "Lázaro Cárdenas", que generó 1.20. En "El Chamizal" por cada peso que se invirtió se obtuvo una ganancia de 26 centavos, en promedio, en el año agrícola, mientras que en la sociedad "Lázaro Cárdenas" por cada peso invertido se ganaron 20 centavos.

La diferencia aparentemente es mínima, seis centavos; sin embargo, si analizamos los valores de los beneficios netos, se observa que en "El Chamizal" se obtuvieron beneficios netos con un valor que duplicó los beneficios netos de la sociedad "Lázaro Cárdenas". Esto se explica por que en "El Chamizal" se sembró mayor superficie con cultivos más rentables, como la cebolla y la crisálida.

## 5.4.2 Estabilidad, resiliencia y confiabilidad

### Diversidad

#### 3.- Diversidad agrícola

La diversidad agrícola en este estudio fue definida como la variedad de especies agrícolas presentes en la localidad de estudio, desde especies nativas e introducidas, que son la mayoría. Con este indicador de tipo ecológico medimos la diversidad de cultivos que siembran ambas sociedades. Los cultivos manejados en San Pablo Actipan son 32, incluyendo los de temporal y riego. Sin embargo, las personas encuestadas sólo reportaron 20 cultivos en las dos sociedades. En el periodo de estudio en “El Chamizal” se sembraron 18 cultivos y en la sociedad “Lázaro Cárdenas” se reportaron sólo 9 cultivos (Cuadro 5.11).

La sociedad “El Chamizal” manejó el 56% de los cultivos presentes en San Pablo Actipan, mientras que la sociedad “Lázaro Cárdenas”, el 28.13%. Por patrón de cultivos, encontramos que el 50% son hortalizas en la primera sociedad, y el 66% en la segunda sociedad.

En la sociedad “El Chamizal” se observó la siembra de 4 grupos de cultivos, mientras que en “Lázaro Cárdenas” solamente 3 grupos.

**Cuadro 5.11** Número de cultivos manejados por sociedad de riego.

Tipo de cultivos	“El Chamizal”		“Lázaro Cárdenas”	
	Número de cultivos	%	Número de cultivos	%
Básicos	2	11.11	2	22.22
Forrajes	1	5.56	1	11.11
Hortalizas	9	50.00	6	66.67
Flores	5	27.78	0	0
Aromáticas	1	5.56	0	0
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>100.00</b>	<b>9</b>	<b>100</b>

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

En la sociedad “El Chamizal” se siembran más hortalizas. En el periodo de estudio se cultivaron: cebolla, brócoli, cilantro, cebollín, lechuga, zanahoria,

tomate, betabel y alcachofa. De estos cultivos, seis productores sembraron cilantro, cinco productores sembraron cebolla y lechuga, cuatro sembraron brócoli y tres cultivaron cebollín.

También se sembraron flores como: crisálida, alhelí, nube, estatices y girasol. Además aromáticas como epazote. Sin embargo, estos cultivos fueron sembrados solamente por un productor. Seis productores sembraron maíz y frijol, y ocho sembraron alfalfa. Para mayor referencia ver los Cuadros 3 y 4 del anexo A.

En la sociedad “Lázaro Cárdenas” 8 productores sembraron maíz y frijol. La alfalfa fue sembrada por 7 productores; 6 productores sembraron hortalizas (brócoli, cebolla, cebollín, coliflor y poro), para mayor detalle ver los Cuadros 5 y 6 del anexo A.

Por el número de cultivos sembrados durante el año agrícola se encontró que el 55% de los socios de “El Chamizal” y 58 % de “Lázaro Cárdenas” sembraron al menos dos cultivos. El 25 % de productores en el caso de “El Chamizal” y el 11% en “Lázaro Cárdenas” sembraron 3 cultivos. El 10% de los productores sembraron 4 cultivos (Cuadro 5.12).

**Cuadro 5.12 Número de cultivos manejados por productor.**

Cultivos	“El Chamizal”	“Lázaro Cárdenas”
	Productores	Productores
1	2	5
2	11	9
3	5	3
4	2	2

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

Cabe señalar que estos datos corresponden a los cultivos sembrados en el periodo de estudio y en las tierras que pertenecen a las sociedades. Algunos productores son miembros de otras sociedades y manejan más de 4 cultivos, sembrados en tierras fuera de los sistemas de estudio.

Respecto al origen de materiales genéticos, la mayoría de los cultivos en ambas sociedades son de origen externo y tienen que comprar la semilla o la plántula. Son pocos los productores que obtienen semillas de hortalizas de su propia parcela. Sólo el 75% de los productores de la sociedad “Lázaro Cárdenas”, usaron semilla criolla de maíz y frijol en menor cantidad.

Con la introducción del riego se empezaron a sembrar cultivos como la alfalfa, la lechuga y el cilantro que provocaron la pérdida de plantas “criollas” como mencionó un miembro de “El Chamizal”: “Estas plantas tenían un color y sabor diferentes al que actualmente tienen. El cilantro tiene como 12 o 15 años que se perdió y la lechuga ya tiene como 20 años, y se perdieron porque se dejó de sacar la semilla” desde 1995 hasta la fecha se siembran otros cultivos más rentables como el brócoli.

#### *Conservación de recursos*

#### 4.- Reserva del recurso agua

Este indicador de tipo ecológico trata de estimar el volumen de agua en “reserva”, es decir, la diferencia entre el volumen de agua extraída y el volumen concesionado a la sociedad de riego por la Comisión Nacional del Agua. Este indicador nos permite ver el uso que se está dando al recurso agua, si el volumen extraído se acerca al volumen concesionado existe un uso más intensivo del recurso y existe menos conservación del mismo, lo que implica que se tenga una baja reserva de agua.

En ambos casos, la concesión de la CNA permite extraer hasta 6” de agua, sin embargo, en la sociedad “Lázaro Cárdenas” (hasta febrero de 2007) se estaban extrayendo 4” de agua.

La disminución más drástica se presenta en la sociedad “El Chamizal”; recién perforado el pozo, en 1974, extraía 8” de agua, sin embargo, esta cantidad ha disminuido hasta la mitad, pues ahora se están extrayendo alrededor de 4”. En el Cuadro 5.13, se presenta la información del volumen concesionado y extraído.

**Cuadro 5.13 Cantidad de agua extraída, por sociedad.**

Indicador	Sociedad “El Chamizal”	Sociedad “Lázaro Cárdenas”
Gasto (Lt/seg.)	30	16
Volumen Extracción Anual ( m <sup>3</sup> /año ) concesionado	356,832	180,000
Volumen estimado Extraído (m <sup>3</sup> /año)	311,040	165,888

Fuente: trabajo de campo 2007 y CNA REPDA.

Para calcular este indicador, encontramos problemas, dado que no existe un dato preciso de las horas que trabajó la bomba durante el año. Para acercarnos al dato se tomó como referencia el periodo en que más horas se usa la bomba, siendo éste en época de “secas” que comprende los meses de noviembre a abril. Por el contrario en la época de lluvias es cuando menos se usa la bomba, que la dejan en reposo 15 días al mes aproximadamente. Este periodo comprende de mayo a octubre.

Para generar este indicador se tomó el siguiente criterio: la bomba trabaja durante seis meses; y al mes trabaja veinte días. Tomando como base el gasto de litros por segundo se obtuvo el volumen extraído para cada sociedad. La sociedad “El Chamizal”, está extrayendo alrededor del 87.17% del volumen autorizado. Mientras que la sociedad “Lázaro Cárdenas” está extrayendo alrededor del 92% del volumen autorizado. Es decir, en ambas sociedades se está haciendo un uso intensivo del recurso. Existe una baja reserva de agua, del 12.83% en “El Chamizal” y de apenas 8% en “Lázaro Cárdenas”.

#### 5.- Superficie regada

Este indicador de tipo ecológico permitió apreciar la disponibilidad del recurso agua, respecto a la superficie regada. Para medir este indicador usamos la variable superficie sembrada y la superficie regada, esta última es la superficie que los socios alcanzan a regar con un turno.

En el caso de “El Chamizal” la superficie mínima en proyecto, es de 1.0 ha, aunque la mayoría de los socios (60%) reportó tener parcelas de 2.0 ha y sólo una persona tiene su parcela de 3.5 ha. Por su parte, la mayoría de los miembros de la sociedad “Lázaro Cárdenas” tiene predios de 2.0 hectáreas, siendo el tamaño mínimo 1.0 hectárea y el máximo 3.0 hectáreas, aunque la mayoría de socios (68%) tiene parcelas de 1.0 a 2.0 ha. Sin embargo, debido a la disminución en el gasto hidráulico en el pozo, la superficie irrigada es menor a la del proyecto, en ambas sociedades (Cuadro 5.14).

**Cuadro 5.14 Superficie sembrada y regada por sociedad.**

Superficie	“El Chamizal”		“Lázaro Cárdenas”	
	Ha	%	Ha	%
Sembrada	75.5	100	49.6	100
Regada	23.75	31.46	12.75	25.71

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

Como se muestra en el cuadro anterior, en la sociedad “El Chamizal” se sembró una superficie de 75.5 ha, en el año de estudio (julio 2006 a junio de 2007). Sin embargo, sólo se alcanzó a regar el 31.46% de esa superficie. El 50% de los productores mencionaron que con un turno (12 horas) les alcanza para regar 1.0 hectárea, por lo que el 100% de ellos dicen que el agua es insuficiente para regar toda su superficie (Ver Cuadro 7 del anexo A).

En el caso de la sociedad “Lázaro Cárdenas” la superficie sembrada fue de 49.6 ha, pero sólo se alcanzó a regar el 25.71%. Según los socios, con el agua de un turno sólo pueden regar como máximo 1.0 ha, el 37% de ellos dijo que un turno le permite regar 0.5 ha mientras que el 32% dijo que 1.0 hectárea (Ver Cuadro 8 del anexo A).

En “El Chamizal” la mayor parte de la superficie se sembró con 9 hortalizas diferentes. Además se sembraron 7.5 ha de alfalfa. También se sembró una superficie menor a 3 ha de flores. En el caso de la sociedad “Lázaro Cárdenas” las hortalizas son los cultivos que más superficie ocuparon (19.2 ha); sin

embargo, no es mucha la diferencia con la superficie sembrada con maíz y alfalfa (Cuadro 5.15).

**Cuadro 5.15 Superficie sembrada por periodo y cultivo.**

Cultivos	"El Chamizal"			"Lázaro Cárdenas"			
	Superficie sembrada (Ha)	Enero-Junio 2007	Total	Superficie sembrada (Ha)	Julio-Diciembre 2006	Enero-Junio 2007	Total
<b>Básicos</b>							
Maíz	10	4	14	8.5	7		15.5
Frijol	0	0.5	0.5	0	1		1
<b>Forrajes</b>							
Alfalfa	6	7.5	13.5	7.45	7.45		14.9
<b>Hortalizas</b>							
Cebolla	3.5	5	8.5	1	0		1
Brócoli	1	5	6	5	5.7		10.7
Cilantro	6.75	6.75	13.5	2	2		4
Cebollín	1.25	3.25	4.5	0.5	1.5		2
Lechuga	5.75	1	6.75	0	0		0
Zanahoria	1	1	2	0	0		0
Tomate	0.5	0	0.5	0	0		0
Betabel	0	1	1	0	0		0
Alcachofa	0.5	0.5	1	0	0		0
Coliflor	0	0	0	1	0		1
Porro	0	0	0	0	0.5		0.5
<b>Flores</b>							
Crisálida	0	0.75	0.75	0	0		0
Alheli	0	0.5	0.5	0	0		0
Nube	0	0.5	0.5	0	0		0
Estatice	0.25	0.25	0.5	0	0		0
Girasol	0.25	0.25	0.5	0	0		0
<b>Aromáticas</b>							
Epazote	1	0	1	0	0		0
<b>Total de Superficie sembrada</b>	<b>37.75</b>	<b>37.75</b>	<b>75.5</b>	<b>25.45</b>	<b>24.15</b>		<b>49.6</b>

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

## *Uso de energía eléctrica*

### 6.-Factor de potencia

Este indicador de tipo económico permitió analizar el consumo de energía eléctrica para el bombeo. Lógicamente la potencia de la bomba y la profundidad del pozo, implica diferencias entre el consumo de energía eléctrica y por tanto en el costo.

El factor de potencia es un factor de aprovechamiento del consumo de energía en trabajo útil o fuerza mecánica. El valor del factor de potencia mínimo aceptable es de 90%. Cuando el factor de potencia tiene un valor superior al 90% se aplica una bonificación; mientras que un porcentaje menor al 90% significa energía que se desperdicia y se aplica un cargo. Es el factor de aprovechamiento del consumo de energía en trabajo útil o fuerza mecánica; es decir, es el cociente de la potencia activa entre la potencia aparente (CONAE, 2007). Los motores producen un bajo factor de potencia, especialmente cuando trabajan por debajo del 50% de la carga. Operar con un bajo factor de potencia, tiene varias implicaciones, como son: el incremento en el pago de la energía eléctrica y la disminución de la capacidad de los equipos para transformar y distribuir la energía eléctrica (CNA, 2003).

En base a la facturación de la CFE, el factor de potencia para la sociedad “El Chamizal” es menor a 90%, lo que significa que se está desperdiciando energía, por lo que se aplica un cargo, mientras que la sociedad “Lázaro Cárdenas” recibe una bonificación por tener un factor de potencia cercano al 100% (Cuadro 5.16).

**Cuadro 5.16 Factor de potencia por sociedad.**

<b>Concepto</b>	<b>Sociedad “El Chamizal”</b>	<b>Sociedad “Lázaro Cárdenas”</b>
Factor de potencia %	70.76	97.19
Cargo por factor de potencia	675.19	-45.56

Fuente: CFE, recibo octubre 2007.



### 5.4.3 Adaptabilidad

Capacidad de cambio e innovación

#### 7.- Medidas tomadas ante la disminución del volumen de agua

Con este indicador de la dimensión social se identificaron las medidas que han tomado los usuarios a raíz de la disminución de la cantidad de agua en las sociedades de estudio, con el objeto de reorganizar el riego y adaptarse al cambio.

Para obtener el valor del indicador, se tomó en cuenta el número de socios que han realizado “alguna medida” para poder regar el 100% de la superficie con derecho a riego. Por lo tanto, entre más productores realizaron alguna acción, más adaptabilidad tiene la sociedad.

De acuerdo a la opinión de los productores, el 85% de los socios de “El Chamizal” realizaron alguna acción para regar el total de la superficie. Por su parte, el 72% de los miembros en la sociedad “Lázaro Cárdenas” ha tomado algún tipo de medida. Sin embargo, algunas personas respondieron que no han tomado ninguna medida: “seguimos igual”. En este caso son personas que tiene poca superficie en la sociedad y no les afecta la disminución del agua.

En el Cuadro 5.17 se muestran algunas de las acciones que realizaron los productores para regar toda la superficie sembrada. La compra de agua a otro miembro de la sociedad, o en otra sociedad, es la medida más usada. Esta opción fue realizada por el 45% de los productores de “El Chamizal”, y el 38.89% de los de la sociedad “Lázaro Cárdenas”. En “El Chamizal” el 15% de los socios, además de comprar agua, han tomado como medida cambiar la forma del surcado. En “Lázaro Cárdenas” un 11.11% de productores, además de comprar agua, usan el agua de otro pozo donde también son socios.

Algunos productores que no tienen acceso a agua de otros pozos, tienen que sembrar menos superficie. Algunos socios cambiaron de cultivo por uno que no demande alto volumen de agua, como el cambio de hortaliza a alfalfa. Otros

socios de otros pozos, no compran el agua, sólo con usar el agua de estos pozos es suficiente para regar sus cultivos (Cuadro 5.17).

**Cuadro 5.17 Medidas tomadas a raíz de la disminución de la cantidad de agua, por sociedad.**

Acciones realizadas	"El Chamizal"		"Lázaro Cárdenas"	
	Socios	%	Socios	%
Comprar agua	9	45	7	38.89
Comprar agua y sembrar menos superficie	1	5	0	0
Comprar agua y cambiar forma de surcado	3	15	0	0
Comprar agua y usar agua de otro pozo donde es socio	0	0	2	11.11
Comprar agua e intercambiar agua con otro pozo	2	10	0	0
Usa agua de otro pozo donde es socio	0	0	2	11.11
Cambiar de cultivo	2	10	1	5.56
Iniciar tecnificación del riego	0	0	1	5.56
<i>Subtotal</i>	<i>17</i>	<i>85</i>	<i>13</i>	<i>72.23</i>
Sembrar menos superficie	1	5	1	5.56
Otro (Esperar temporal)	1	5	0	0
Ninguna	1	5	3	22.22
<i>Subtotal</i>	<i>3</i>	<i>15</i>	<i>4</i>	<i>27.78</i>
<i>Total</i>	<i>20</i>	<i>100</i>	<i>18</i>	<i>100</i>

Fuente: Elaboración propia con datos de campo 2007.

### 8.- Disposición al cambio

Otro indicador social de adaptabilidad es la disposición al cambio en el futuro. La tecnificación del riego se considera una alternativa para el ahorro de agua ante la problemática que viven las sociedades de riego, respecto a la cantidad de agua disponible y su uso eficiente. Actualmente sólo un socio de "Lázaro Cárdenas" ha tecnificado el riego en su parcela, por lo que es necesario saber la opinión de todos los productores, respecto al conocimiento que tienen de los sistemas de riego modernos y su disposición a tecnificar. Este fue el criterio para obtener el valor de este indicador.

En "El Chamizal", de los 20 productores entrevistados, 10 conocen el riego tecnificado y sólo uno dijo que ese sistema no es de ayuda para resolver sus problemas. En la sociedad "Lázaro Cárdenas" los socios que si conocen algún sistema de riego tecnificado, aseguraron que la tecnificación ayudaría a resolver

los problemas que tienen respecto a la cantidad de agua. En los Cuadros 9 y 10 del anexo A se presenta información sobre el sistema de riego tecnificado que dijeron conocer los productores, así como los beneficios que pueden proporcionar.

Como se muestra en el Cuadro 5.18 el porcentaje de los socios dispuestos a tecnificar el sistema de riego en la sociedad “Lázaro Cárdenas” es de 67% por lo que esta sociedad es la que mayor adaptabilidad presenta, en relación al 35% de los socios de “El Chamizal”.

**Cuadro 5.18 Número de productores dispuestos a tecnificar, por sociedad.**

Dispuestos a tecnificar	“El Chamizal”		“Lázaro Cárdenas”	
	Socios	%	Socios	%
Si	7	35	12	67
No	13	65	6	33
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>18</b>	<b>100</b>

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

De los productores que dijeron conocer algún sistema de riego tecnificado, más del 50%, considera que la tecnificación del riego ayudaría al ahorro de agua, pues se “desperdiciaría menos”; el resto considera que no sólo se ahorraría agua, sino, también trabajo.

#### **5.4.4 Equidad**

##### *Distribución del agua*

##### 9.- Distribución del agua

Como ya se mencionó en el apartado de caracterización de los sistemas, en ambas sociedades la distribución del agua es equitativa de acuerdo a la opinión de los socios, más del 90% de ellos así lo considera. En ambas sociedades se les

preguntó a los productores si consideraban equitativa la distribución del agua y, respondieron que sí, porque “a todos les toca 12 horas”.

En la sociedad “El Chamizal” el agua se reparte en turnos de 12 horas cada 14 días, mientras que en la sociedad “Lázaro Cárdenas” en turnos de 12 horas cada 13 días; para ello se lleva un rol. En ambos casos, un turno es de 12 a.m. a 12 p.m. y el próximo es de 12 p.m. a 12 a.m.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, los productores no sólo usan el agua de los pozos de su sociedad, sino que pueden conseguir agua: comprándola o usando el agua de otro u otros pozos donde son socios, además de los pozos en estudio.

Desde la perspectiva de la igualdad en la distribución del agua, se diría que existe equidad. Sin embargo, la equidad puede ser vista desde otra perspectiva; si bien es cierto que a todos los socios les toca la misma cantidad de agua, no todos tiene la misma superficie de riego, por lo que algunos productores con un turno alcanzan a regar el 100% de la superficie sembrada y otros no alcanzan a regar toda la superficie.

Para obtener un valor de este indicador que nos aproxime al conocimiento de más equidad, se tomó el siguiente criterio: “si al menos el 80% de los productores riegan 1.0 ha o más con un turno existe equidad”.

Con respecto a la superficie que los productores alcanzan a regar con un turno, existe una diferencia notoria entre las sociedades, dada las diferencias del gasto hídrico de cada pozo; en “El Chamizal”, la superficie mínima que dijeron regar con un turno fue de 0.5 ha y la máxima de 2.5 ha; mientras que en el caso de la sociedad “Lázaro Cárdenas”, la superficie mínima fue de 0.25 ha y la máxima de 1.0 ha (Cuadro 5.19).

De acuerdo al criterio establecido, la sociedad que presenta más equidad respecto al uso del agua es “El Chamizal”, ya que el 85% de los socios riegan entre 1.0 y 2.5 ha con un turno. Mientras que en la sociedad “Lázaro Cárdenas”,

sólo el 33% de los productores alcanza a regar 1.0 ha con un turno, el resto sólo riega entre 0.25 y 0.75 ha (Cuadro 5.19).

Cuadro 5.19 Superficie que se riega con un turno, por sociedad.

Superficie (Ha)	"El Chamizal"		"Lázaro Cárdenas"	
	Socios	%	Socios	%
0.25	0	0	1	5.56
0.5	1	5	7	38.89
0.75	2	10	4	22.22
1	10	50	6	33.33
1.25	1	5	0	0
1.5	4	20	0	0
1.75	0	0	0	0
2	1	5	0	0
2.25	0	0	0	0
2.5	1	5	0	0
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>18</b>	<b>100</b>

Fuente: trabajo de campo, 2007.

### 5.4.5 Autogestión

#### Organización

#### 10.- Participación y toma de decisiones

Para medir este indicador social se consideraron tres actividades en las que los miembros de las sociedades están obligados a participar para tener derecho al agua, estas son: asambleas, cargos y limpia de canales.

De acuerdo a los resultados que se muestran en el Cuadro 5.20, la participación en asambleas, es una actividad que se presenta casi en igualdad en ambas sociedades; la participación en cargos es mayor en "Lázaro Cárdenas" y la limpia de canales es mayor en "El Chamizal".

Cuadro 5.20 Actividades de participación de los socios.

Participación	Sociedad "El Chamizal"		Sociedad "Lázaro Cárdenas"	
	Socios	%	Socios	%
Asambleas	19	95	17	94
Cargos	8	40	9	50
Limpia de canales	20	100	17	94.4

Fuente: Elaboración Propia.

Para conocer el valor de “participación” se ponderó el número de actividades y se les dio un valor para determinar el nivel de participación: alta, media, baja y nula (Cuadro 5.21).

**Cuadro 5.21 Medición de la variable participación.**

Rango	Peso	Valoración
Participa en 3 actividades	1	Alto
Participa en 2 actividades	0.66	Medio
Participa en 1 actividad	0.33	Bajo
No participa	0	Nula

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos muestran que la sociedad “Lázaro Cárdenas” tiene un nivel de participación mayor que “El Chamizal”, debido a que en esta última sociedad, la mayoría de los socios (55%) tienen un nivel de participación media, mientras que en la primera el 50% de los socios tienen un nivel de participación alta (Cuadro 5.22).

**Cuadro 5.22 Nivel de participación, por sociedad.**

Peso	Valoración	“El Chamizal”		“Lázaro Cárdenas”	
		socios	%	socios	%
1	Alta	8	40	9	50
0.66	Media	11	55	8	44
0.33	Baja	1	5	1	6
0	Nula	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo de campo 2007.

## 11.- Generación de recursos económicos

La base de este indicador de tipo económico es la existencia de un fondo de ahorro, es decir, recursos económicos disponibles para imprevistos, así como la existencia de mecanismos para informar el uso de esos recursos.

Para ambas sociedades este fondo se genera con el dinero de las multas, principalmente. En la sociedad “Lázaro Cárdenas” las multas son de tipo económico, mientras que en “El Chamizal”, el 66% de los socios señalaron multas de tipo económico; el resto dijo que sólo son llamadas de atención, por lo

que se añade una cantidad de dinero al costo de la energía eléctrica y es la que sirve para el fondo.

Para determinar la existencia de generación de ingresos se estableció el siguiente criterio: “si el 80% de los socios opina que la sociedad tiene un fondo que se destina para gastos imprevistos, consideramos que la sociedad genera ingresos para los gastos imprevistos.”

El Cuadro 5.23 muestra los datos referentes al uso del dinero recaudado en las sociedades. El 80% de los productores de “El Chamizal” y el 94% de los de “Lázaro Cárdenas” aseguraron que existe un fondo que se usa para diferentes actividades.

**Cuadro 5.23** Uso del dinero recaudado en las sociedades.

Concepto	“El Chamizal”		“Lázaro Cárdenas”	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Existe un fondo				
Si	16	80	17	94
No	4	20	1	6
Usos				
Viáticos de la mesa directiva	6	30	4	22
Descompostura del equipo	0	0	4	22
No preciso el uso	10	50	9	50
No respondió	4	20	1	6
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>18</b>	<b>100</b>

Fuente: Trabajo de campo 2007.

## 12.- Transparencia en el manejo de los recursos económicos

Además de saber como se manejan los recursos económicos del fondo dentro de la sociedad, fue necesario conocer si se informa sobre el manejo de dichos recursos.

Para generar un valor, se tomó en cuenta la opinión de los socios respecto a la transparencia en el manejo de recursos. Se usó el siguiente criterio: “El 80% o más de los socios opinan que existen informes sobre el uso y destino de los recursos del fondo.”

El 85% de productores de “El Chamizal” dijeron que se informa sobre el manejo de los recursos, pues se hace un corte de caja en cada asamblea. Cuando se termina un trabajo de reparación o mantenimiento del equipo de bombeo, se cita a la asamblea y se informa sobre los gastos que se tuvieron.

En el caso de la sociedad “Lázaro Cárdenas”, el 100% de los miembros entrevistados indicaron que si se informa sobre el uso del dinero que se tiene en caja. Al igual que la sociedad anterior en cada asamblea se hace corte de caja.

En el Cuadro 5.24 se presentan los valores de este indicador para cada sociedad. En general, podemos observar que en ambas sociedades existe transparencia en el manejo de los recursos, más del 80% de los socios opinaron que existe información del uso de los recursos, además existe conformidad en los socios, en ambos casos.

Cuadro 5.24 Informes sobre uso del dinero en las sociedades.

Hay informes	“El Chamizal”		“Lázaro Cárdenas”	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Si	17	85	18	100
No	0	0	0	0
No respondió	3	15	0	0

Fuente: Trabajo de campo 2007.

## 5.5 Paso 5.- Presentación e integración de resultados

Una vez obtenidos los valores de los 12 indicadores de las áreas de evaluación económica, ecológica y social, se deben resumir e integrar los resultados y así poder emitir un juicio de valor sobre los sistemas analizados respecto a su sustentabilidad. Esta etapa no es un proceso sencillo, debido a que se trabajó con indicadores que condensan información muy variada y por lo tanto difícilmente agregable. Masera *et al.* (1999:68) señala que existen seis retos generales a los que se enfrenta la integración de los resultados del análisis de la sustentabilidad: a) criterios de decisión imprecisos; b) datos cuantitativos y cualitativos; c) datos no conmensurables; d) interrelación entre los atributos e indicadores de sustentabilidad; e) dificultad en discriminar entre indicadores



cercanos, y f) dificultad para realizar una jerarquización u ordenamiento de las diferentes opciones. Por estos motivos es indispensable trabajar con métodos multicriterio.

De manera general, hay tres técnicas para presentar los resultados: técnicas cuantitativas, cualitativas y mixtas. Para la integración de los resultados de este estudio utilizamos la técnica mixta, que permite combinar una presentación gráfica con información numérica para aquellos indicadores que lo permitan (Masera *et al.*, 1999:74).

Para la integración y presentación de los resultados el MESMIS recomienda un diagrama tipo AMIBA. En este diagrama cada uno de los indicadores escogidos para el análisis representa un eje por separado, con sus unidades apropiadas. Alternativamente para hacer más expedita la interpretación del diagrama, se construyen índices de cada indicador, que representan el porcentaje de la situación analizada con respecto a un valor óptimo, umbral o valor de referencia (Masera *et al.*, 2000:75). Este valor se refiere a la capacidad máxima del sistema sin alterar su funcionamiento, conservando los recursos naturales, la productividad y las relaciones sociales (Ocampo, 2004:424).

Sin embargo, un problema más al que se enfrenta el análisis de la sustentabilidad, es definir el valor de los óptimos. En este caso se usaron valores de referencia existentes para algunos indicadores, tales como, agua disponible y factor de potencia, establecidos por la CNA y la CFE, respectivamente.

Para la mayoría de los indicadores el óptimo se construyó utilizando la información de estudios previos realizados en la región y la localidad de estudio, así como la experiencia personal.

Los valores fueron normalizados en porcentajes, así el valor óptimo representa el 100% en la gráfica. En el Cuadro 5.25 se muestran los valores óptimos y los valores obtenidos para el sistema de referencia (“El Chamizal”) y el sistema alternativo (“Lázaro Cárdenas”).

Así mismo, la Figura 5.1 presenta el comportamiento de cada uno de los indicadores, y el contexto global en términos de sustentabilidad.

**Cuadro 5.25 Definición de valores óptimos y calculo de valores ponderados de los indicadores de sustentabilidad.**

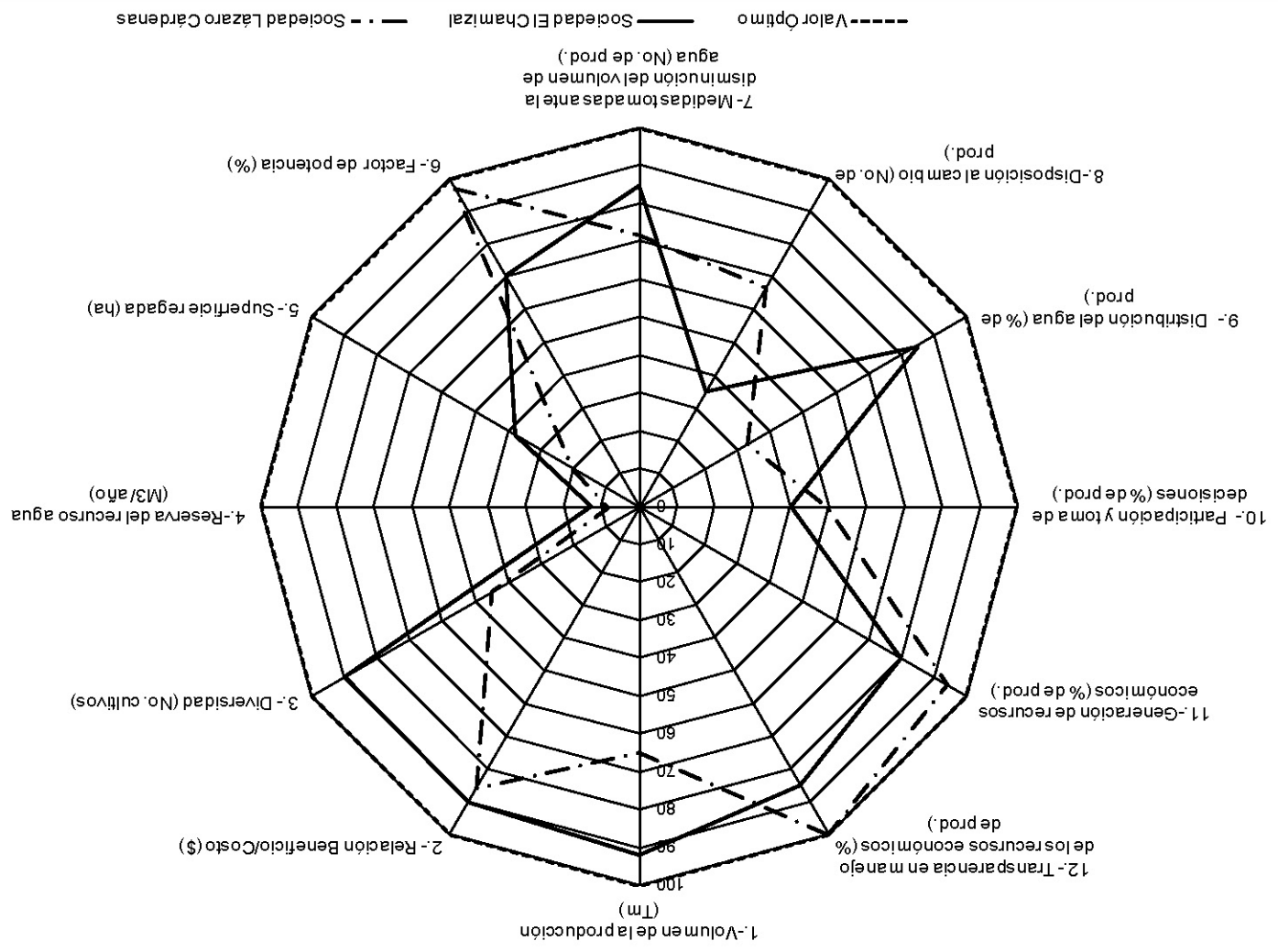
Atributo	Indicador y unidades	Criterio para el óptimo	Valor Óptimo 100%	Sistema tradicional Sociedad "El Chamizal"	Sistema alternativo Sociedad "Lázaro Cárdenas"
<b>Productividad</b>	1.- Volumen de la producción (Toneladas)	Promedio del volumen de producción máximo obtenido, a nivel comunidad	925.69	851.89 (92.03%)	599.46 (64.76%)
	2.- Relación Beneficio/Costo (\$)	Relación B/C promedio de acuerdo a estudios realizados en la región <sup>(a)</sup>	1.4	1.26 (90%)	1.20 (85.71%)
	3.- Diversidad agrícola (Número de cultivos)	Total de cultivos manejados en las dos sociedades	20	18 (90%)	9 (45%)
<b>Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad</b>	4.- Reserva del recurso agua (%)	Volumen de extracción (M <sup>3</sup> /año) autorizado	100	311,040 (87.17%) Conservación: 12.83% <sup>(b)</sup>	165,888 (92%) Conservación: 8% <sup>(b)</sup>
	5.- Superficie regada (Ha)	Promedio de superficie sembrada	62.5	23.75 (37.97%)	12.75 (20.38%)
	6.- Factor de potencia (%)	Factor de potencia superior al 90%	100	70.76 (70%)	97.19 (97%)
<b>Adaptabilidad</b>	7.- Medidas tomadas ante la disminución del volumen de agua (%)	El total de miembros en cada sociedad	100	17 (85%)	13 (72%)
	8.- Disposición al cambio (%)	Total de productores dispuestos a tecnificar	100	7 (35%)	12 (67%)
<b>Equidad</b>	9.- Distribución del agua (%)	Al menos el 80% de socios riega 1-00 ha o más por turno	80	17 (85%)	6 (33%)
	10.- Participación y toma de decisiones (%)	El total de productores participan en las 3 actividades	100	8 (40%)	9 (50%)
<b>Autogestión</b>	11.- Generación de recursos económicos (%)	El 80% de los socios consideran que están preparados para algún imprevisto por la existencia de recursos económicos del fondo	100	16 (80%)	17 (94%)
	12.- Transparencia en manejo de los recursos económicos (%)	El 100% de socios creen que si hay transparencia	100	17 (85%)	18 (100%)

Nota: Los porcentajes fueron obtenidos con respecto al total de productores en cada sociedad, siendo estos 20 en la sociedad "El Chamizal" y 18 en la sociedad "Lázaro Cárdenas".

<sup>(a)</sup> Estudio realizado en el municipio de Acatzingo. Escobedo et al., 2003. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.

<sup>(b)</sup> El indicador es conservación del recurso agua. Se resto del volumen concesionado el volumen extraído, en porcentajes.

**Figura 5.9: Evaluación de los indicadores de sustentabilidad de los sistemas agrícolas con pequeño riego en San Pablo Actipan.**



## 5.6 Discusión

En este apartado se presenta el análisis de los atributos considerando los resultados de los indicadores utilizados y su unificación.

### **Atributo: Productividad**

De acuerdo con los valores obtenidos en los indicadores que integran el atributo productividad, se muestra un comportamiento diferente en cada sistema. El valor del volumen de la producción se encuentra muy cerca del óptimo en el caso de la sociedad “El Chamizal”, superando a la sociedad “Lázaro Cárdenas” con 28%. Podemos señalar que el volumen de la producción es sinérgico con los indicadores diversidad de cultivos y distribución del agua. Entre más diversidad de cultivos se siembren y el agua se distribuya más equitativamente se reflejara un volumen de la producción mayor en “El Chamizal”.

La relación beneficio/costo es mayor en “El Chamizal” que en “Lázaro Cárdenas”: 1.26 y 1.20, respectivamente. Podemos considerar que una ganancia de 26 y 20 centavos respectivamente, es rentable.

### **Atributo: Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad**

En este atributo se evaluaron cuatro indicadores. En el indicador de diversidad agrícola existen diferencias muy marcadas entre sociedades: mientras que la sociedad “El Chamizal” se encuentra cercano al óptimo (90%) porque los productores de esta sociedad manejan 18 cultivos, la sociedad “Lázaro Cárdenas” está alejada del óptimo con un valor de 45% en relación al óptimo. Esto se explica, en parte por la diferencia que existe en el gasto hidráulico. En “Lázaro Cárdenas” hay menos agua, condición que impone una limitante para diversificar los cultivos, por lo tanto resulta ser un indicador sinérgico.

El indicador reserva del recurso agua disponible, muestra en ambos casos, que existe presión del sistema sobre el recurso agua, porque el volumen extraído de

agua es cercano al volumen concesionado. Con esta forma de manejo, las reservas de agua son bajas; 12.83% para la sociedad “El Chamizal” y de 8% para la sociedad “Lázaro Cárdenas”.

El indicador superficie regada muestra diferencias en ambas sociedades. En el caso de la sociedad “El Chamizal” se riega sólo el 37.97% de la superficie en comparación con la sociedad “Lázaro Cárdenas” donde sólo se riega el 20.38%. Esto se explica por el mayor volumen de agua (30 lt/s) en “El Chamizal”, contra 16 lt/s en “Lázaro Cárdenas”.

Un indicador importante cuando se estudia sistemas con pequeño riego que usan agua de pozos profundos, es la energía eléctrica, dado que es un insumo externo y fundamental para este tipo de sistemas. En este caso, utilizamos el indicador factor de potencia, porque aún con las limitantes que pudiera tener, consideramos que es un indicador adecuado del consumo de energía y del costo de la misma. En este caso la sociedad “El Chamizal” tiene un factor de potencia del 70% que se considera como débil, ya que es un factor de potencia menor al recomendable (90%), implicando un cargo adicional a la factura, lo que resulta en un aumento en los costos de producción. En contraste, la sociedad “Lázaro Cárdenas” tiene un factor de potencia elevado (97%), lo que implica que durante el bombeo no se desperdicia energía y por lo tanto no tiene cargos. Esto se debe al estado del equipo de bombeo.

De acuerdo a los resultados tanto para el sistema de referencia (“El Chamizal”) como para el sistema alternativo (“Lázaro Cárdenas”), el atributo estabilidad, resiliencia y confiabilidad es de fortaleza media, pues tiene indicadores muy altos, pero también muy bajos.

#### **Atributo: Adaptabilidad**

Los sistemas sustentables deben tener la capacidad de adaptarse a los cambios que se presentan, tanto a nivel interno, como los provocados por factores externos, para mantener el proceso productivo y generar beneficios. En este atributo se evaluaron 2 indicadores. El primero, referido a medidas tomadas ante

la disminución del volumen de agua, muestra un 85% de aceptación al cambio en “El Chamizal” contra un 72% en “Lázaro Cárdenas”. Ambos indicadores se consideraran fortalecidos.

Respecto a las acciones realizadas ante la disminución en la cantidad de agua abarcan diversas medidas; la más común en ambas sociedades, es conseguir el agua que falta, ya sea comprándola o usando agua de otras sociedad donde se tiene una acción, para poder regar la superficie sembrada. Además se han cambiado algunas prácticas, como cambiar la manera de surcar, que buscan hacer más eficiente el manejo del agua. Algunos productores han tenido que cambiar de cultivos por otros que demanden menos agua y, en algunos casos, se ha disminuido la superficie sembrada, ya que algunos socios no cuentan con los recursos para adaptarse a la falta de agua.

En la actualidad, una propuesta para poder disminuir la problemática del uso del agua en el campo es la tecnificación de los sistemas de riego. Por ello fue apropiado medir la adaptabilidad en el aspecto técnico, por lo que evaluamos el indicador disposición al cambio, mediante la percepción de los socios respecto la disponibilidad a tecnificar los sistemas de riego.

Este es el indicador más débil en la sociedad “El Chamizal”, ya que solamente el 35% de los miembros entrevistados dijo estar dispuesto a tecnificar. En contraste, la sociedad “Lázaro Cárdenas” muestra una mayor tendencia a la adaptabilidad en este aspecto, porque el 66.67% de los socios dijo estar dispuesto a tecnificar. Probablemente esto ocurre porque en la primera sociedad no todos los socios conocen los sistemas de riego tecnificado. A diferencia de que en la sociedad “Lázaro Cárdenas”, más socios conocen algún sistema de riego tecnificado. De hecho un miembro de esta sociedad es el primer productor que ha iniciado el proceso de tecnificación y pretende que su acción sea ejemplo para los demás miembros. Propone que su parcela sea demostrativa, que los demás productores conozcan los beneficios que tiene el riego tecnificado y les sirva de motivación para tecnificar.

El poco interés de los productores de la sociedad “El Chamizal” por tecnificar está asociado con la dispersión de los terrenos, pues esta sociedad cuenta con cuatro secciones, los últimos terrenos se encuentran a tres kilómetros del pozo. Un segundo problema es la calidad del agua de la localidad. Algunos productores mencionaron que las aguas son pesadas y generan mucho “sarro”, por lo que no creen conveniente tecnificar; argumentan que las tuberías se tapanían muy rápido. En el caso de la sociedad “Lázaro Cárdenas” el principal problema es el tipo de suelo, de consistencia “tepetatosa”. Así mismo, por la calidad del agua. Desde la lógica de los campesinos han tomado una elección racional al no estar dispuestos a tecnificar, ya que estos sistemas no parecen adecuados al sistema físico y social de sus sociedades.

#### **Atributo: Equidad**

Los sistemas sustentables deben ser equitativos; esto es, distribuir de manera uniforme los recursos, costos y beneficios entre los miembros que integran los sistemas. El recurso agua es el más importante dentro del sistema, ya que marca el dinamismo productivo. Por esta razón se usó un indicador que midiera la distribución de este recurso.

La mayoría de las sociedades en San Pablo Actipan tienen un sistema similar de distribución del agua: por turnos de 12 horas cada determinado número de días (dependiendo del número de miembros de la sociedad), en la sociedad “El Chamizal” los productores reciben 12 horas de agua cada 14 días, ya que son en total 28 miembros. Por su parte en la sociedad “Lázaro Cárdenas” los miembros reciben su turno cada 13 días (son 26 socios en total). Si el indicador de equidad respecto a la distribución del agua, fuera turnos recibidos u horas de agua recibidas por socios, pareciera que existe igualdad en el acceso a este recurso. Sin embargo, se consideró otro factor importante que es la superficie que se riega con esa agua.

Por esta razón, se estableció el criterio siguiente: “si al menos el 80% de los socios riegan una hectárea o más por turno, existe equidad”. Los resultados muestran diferencias importantes entre las sociedades. En “El Chamizal” el 85%

de los socios riegan una hectárea o más superficie. Por el contrario en la sociedad “Lázaro Cárdenas” tan sólo el 33% de los miembros entrevistados riegan una hectárea. De hecho una hectárea es la superficie máxima que se puede regar con un turno. Este es el indicador más débil que tiene esta sociedad. Sin embargo, debemos considerar las diferencias entre ambas sociedades con respecto a la capacidad de la bomba y el gasto hídrico. Consideramos que en la distribución del agua, existe mayor equidad en el sistema de referencia, que en el alternativo.

### **Atributo: Autogestión**

Los sistemas deben tener la capacidad de generar internamente sus propios recursos, procesos productivos y organizativos, es decir, depender del exterior en lo mínimo; este es el principio de la autodependencia. En este caso se contempló únicamente el aspecto social enfocado en la organización de los productores para el riego, evaluando tres indicadores.

Dos de los indicadores muestran valores cercanos al óptimo, solamente uno tiene valores inferiores al 50% en ambas sociedades. La participación y toma de decisiones es un indicador fundamental de la autogestión; en este indicador se consideraron como variables tres actividades en las que participan los socios: las asambleas, participación en cargos de la mesa directiva y la limpieza de canales. Los resultados muestran un valor de 40% para “El Chamizal” y un 50% para “Lázaro Cárdenas”. Como se observa, en ambos sistemas existe baja participación.

En este aspecto existen diferencias considerables entre ambas sociedades sobre todo en lo que respecta a la asignación de cargos de la mesa directiva. Mientras que en la sociedad “Lázaro Cárdenas” la elección de la mesa directiva es por medio de la lista de socios, cada dos años; en la sociedad “El Chamizal” no hay un cambio en la mesa directiva, el presidente ha sido el mismo desde el inicio de la sociedad. Sin embargo, los socios argumentan no tener ningún tipo de problema con él, al parecer esta situación es una expresión de liderazgo. Las



personas entrevistadas indicaron que todos se niegan a tomar los cargos de la mesa directiva por la pérdida de tiempo que implica.

Otro aspecto fundamental de la autodependencia es la generación de recursos económicos para algún tipo de imprevisto. En este indicador ambas sociedades se encuentran cerca del óptimo. La sociedad “El Chamizal” presentó un valor de 80% y “Lázaro Cárdenas” con 94%. En ambos casos se cuenta con un fondo o caja en la que se van guardando los recursos provenientes de las multas (en el caso de la sociedad “Lázaro Cárdenas”). En la sociedad “El Chamizal” no existen multas, sin embargo, ellos tienen un mecanismo para obtener recursos para el fondo. Esto hace que ambos sistemas tengan fortalecido este indicador.

Relacionado directamente con el indicador anterior está la transparencia en el manejo de los recursos. Los resultados muestran una transparencia del 85% y 100% para “El Chamizal” y “Lázaro Cárdenas”, respectivamente. Este es uno de los indicadores más fuertes dentro del atributo de autogestión, ya que existe rendición de cuentas. En cada asamblea hay un corte de caja, se informa a los socios sobre el monto del fondo. Después de una reparación del equipo de bombeo u otro gasto se informa el monto de los gastos. En general, en ambas sociedades existe un proceso de autogestión alto, no obstante la baja participación.

Como resultado final de esta integración de indicadores y haciendo un análisis por dimensión o área de evaluación tenemos lo siguiente: En la sociedad “El Chamizal” (sistema de referencia) desde la dimensión ecológica el indicador más débil es la reserva del recurso agua, del atributo estabilidad, resiliencia y confiabilidad. El indicador más fortalecido es el volumen de la producción (toneladas) del atributo productividad. Por lo tanto, ecológicamente el atributo fuerte es la productividad.

De la dimensión económica el indicador más fortalecido es la rentabilidad (R B/C), del atributo productividad, porque en esta sociedad las hortalizas tienen una relación B/C más alta.

De los indicadores sociales, el menos fortalecido, es la disposición al cambio del atributo adaptabilidad. Y los indicadores más fortalecidos fueron acciones realizadas ante la disminución del agua del atributo adaptabilidad, distribución del agua del atributo equidad y transparencia en el manejo de los recursos del atributo autogestión.

En la sociedad “Lázaro Cárdenas” (sistema alternativo) el indicador más débil de la dimensión ecológica es la reserva del recurso agua y el más fortalecido es el volumen de la producción (atributo productividad). En la dimensión económica los 3 indicadores están fortalecidos, pues tienen valores del 85% al 97%, muy cercano al óptimo.

En el área social, el indicador menos fortalecido es la distribución del agua (atributo equidad). La transparencia en el manejo de los recursos (atributo autogestión) es el indicador más fuerte, de hecho es equivalente al nivel óptimo. Este indicador se coloca en el nivel más fortalecido de todos.

## CONCLUSIONES

En esta sección se presentan las conclusiones respecto al estado de sustentabilidad de los sistemas estudiados y al marco de evaluación empleado. Finalmente presentamos algunas recomendaciones para ayudar a fortalecer los aspectos débiles de los sistemas que están provocando un nivel de sustentabilidad bajo.

### **La sustentabilidad**

El concepto de sustentabilidad es complejo y muchas veces ambiguo, razón por la cual es indispensable hacer de la sustentabilidad un concepto operativo, lo cual se logra en la medida en que se defina el sistema que se quiera evaluar.

Se considera que la sustentabilidad es un concepto integrador e indivisible: no existe sustentabilidad ecológica, económica y social por sí mismos, se requiere de integración de sus dimensiones. Tratando de encontrar un equilibrio entre ellas; no se puede pretender tener un alto grado de conservación de los recursos naturales ya que eso implicaría imponer algunas restricciones para realizar ciertas actividades productivas. No se pueden sobreexplotar los recursos naturales con la actividad productiva porque se agota la base natural y en el largo plazo los recursos naturales se agotarían para seguir produciendo. Además los costos y beneficios, tanto económicos como ecológicos, se tienen que distribuir equitativamente entre los actores productivos.

Esto implica un cambio en los modelos establecidos, tanto a nivel de investigación como en la planeación del desarrollo, esto no es sencillo dada la contradicción que existe entre los aspectos económicos y los ecológicos.

Es necesario hacer operativo el concepto de sustentabilidad, para ello la perspectiva sistémica, holística y multidisciplinaria es la mejor opción para abordar las tres dimensiones de la sustentabilidad.

## **La sustentabilidad de los sistemas “El Chamizal” y “Lázaro Cárdenas”.**

Nuestro planteamiento inicial fue considerar al sistema “El Chamizal” como el sistema de referencia y a “Lázaro Cárdenas” como el sistema alternativo. “El Chamizal” mantiene 7 de los indicadores seleccionados en un estado alto de sustentabilidad que le dan fortaleza, 2 en un estado medio, y 3 en estado bajo, lo que muestra que el sistema es el más sustentable.

Los indicadores más fortalecidos son: volumen de la producción, relación beneficio/costo, diversidad agrícola, medidas tomadas ante la disminución del volumen del agua, distribución del agua, generación de recursos económicos y transparencia en el manejo de los recursos económicos; y los más débiles: reserva del recurso agua, disposición al cambio, y participación y toma de decisiones.

El sistema “Lázaro Cárdenas” tiene 4 indicadores en un estado de sustentabilidad alto, 3 en un estado medio y 5 en un estado bajo. Como se observa, son más el número de indicadores que tienden a debilitar el sistema, lo que lo hace menos sustentable en comparación con el sistema de referencia.

Los indicadores más fortalecidos son: relación beneficio/costo, factor de potencia, generación de recursos económicos y transparencia en el manejo de los recursos económicos; y los más débiles son diversidad agrícola, reserva del recurso agua, superficie regada, distribución del agua y participación y toma de decisiones.

En ambos sistemas, los indicadores más débiles son: reserva del recurso agua, superficie sembrada, y la participación y toma decisiones. Los indicadores que más se acercan al óptimo en ambos sistemas, son: la relación beneficio/costo, la generación de recursos económicos y la transparencia en el manejo de los recursos económicos.

En “El Chamizal” los indicadores ecológicos se comportaron de la siguiente forma: 2 en estado alto, uno en estado medio y uno bajo; los indicadores económicos, 2 están en un nivel alto y 1 en nivel medio; mientras que los

indicadores sociales 3 se ubican en un nivel alto y 2 en nivel bajo. Los resultados muestran que los indicadores más débiles, son los sociales, siguen los ecológicos y menos débiles los económicos.

En el caso de “Lázaro Cárdenas”, los indicadores ecológicos tuvieron el siguiente comportamiento: 1 en un estado medio y 3 en un estado bajo; los 3 indicadores económicos mostraron un nivel alto, mientras que de los indicadores sociales, 1 tuvo un nivel alto, 2 un nivel medio y 2 un nivel bajo. Como se observa, los indicadores ecológicos son los más débiles, le siguen los sociales y los económicos son los más fortalecidos.

Con los resultados anteriores se cumplieron los 2 objetivos específicos, en el sentido de que se identificaron los indicadores que permiten avanzar en la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas con pequeño riego e identificar los indicadores que fortalecen y/o debilitan los sistemas.

Respecto a la hipótesis general se cumple para el sistema alternativo (sociedad “Lázaro Cárdenas”) porque es el sistema menos sustentable.

Así mismo, no se cumple la hipótesis específica 1, que señala que los indicadores sociales son los más fortalecidos, y la hipótesis específica 2 sólo se cumple para el sistema alternativo.

## **EI MESMIS**

En el proceso de evaluación enfrentamos una serie de circunstancias que impidieron incorporar otros indicadores de sustentabilidad, que consideramos adecuados para la evaluación. Sin embargo, no fue posible evaluarlos por diversas causas.

Uno de los indicadores económicos es el costo de le energía eléctrica y, aún cuando se obtuvo el dato de facturación del consumo de energía, no se pudo determinar el valor del óptimo para este indicador. Otro indicador seleccionado

fue el estado del equipo de bombeo y de los canales, pero no encontramos datos para medirlos.

Por las limitantes del tiempo y recursos no se incorporaron indicadores con un carácter altamente técnico, como la eficiencia electromecánica de la bomba y la eficiencia en el uso del agua, indicadores que deben tomarse en cuenta en siguientes evaluaciones.

Por circunstancias ajenas al investigador y a los productores (descompostura del equipo de bombeo en “Lázaro Cárdenas) no fue posible obtener una muestra de agua para analizar su calidad.

Consideramos que la selección de indicadores de sustentabilidad, es un proceso difícil y más aún determinar los valores óptimos. En ocasiones aunque se cuenta con la información necesaria es complejo definir el valor óptimo.

Si bien el MESMIS plantea evaluar sistemas de manejo diferenciados por alguna innovación tecnológica o social, en esta investigación se evaluaron sistemas diferenciados principalmente por su antigüedad, ubicación geográfica y la presión que reciben del exterior. No obstante generamos información para conocer las formas de manejo y analizar el estado en que se encuentran los sistemas agrícolas en la localidad de San Pablo Actipan, ya que la mayoría de las unidades de riego de la localidad tienen características similares a los sistemas analizados.

Por otra parte, considerar a la unidad de riego como el sistema en esta primera fase, fue correcto, sin embargo, para futuras evaluaciones debería de considerarse una unidad más amplia, como la localidad. La justificación para analizar el nivel de localidad se basa en que la mayoría de las unidades domésticas no sólo tienen acciones en una sociedad de riego, en algunos casos, tienen parcelas en diferentes áreas de la localidad y riegan con diferentes pozos. Además el agua es un recurso móvil, que puede llevarse hacia tierras de otra sociedad, o bien, la existencia de arreglos, entre productores miembros de

diferentes sociedades que implica analizar un sistema mayor, en este caso la localidad.

No obstante a lo anterior, el MESMIS es una herramienta que permitió acercarnos al conocimiento del estado de la sustentabilidad de dos sistemas campesinos complejos, y conocer sus puntos fuertes y débiles.

Considerando la complejidad que resulta medir la sustentabilidad, estudios como este, suman nuevos elementos para continuar en la construcción de la sustentabilidad de los sistemas de pequeño riego.

Respecto al propósito de esta investigación consideramos que los resultados obtenidos son de utilidad para los productores. Aún cuando se estudiaron sólo a dos sociedades de riego, muchas de las características y problemáticas son similares a las demás sociedades presentes en San Pablo Actipan. Se encontró que estos sistemas son productivos y rentables, sin embargo, enfrentan problemas que se deben atender para asegurar su permanencia en el tiempo.

La información generada en este trabajo, se puede complementar con la de otros trabajos que se han realizado, y se siguen realizando en la región de estudio y puede ser de utilidad a los actores sociales que han luchado en la defensa de los recursos.

## Recomendaciones

Una vez realizado el análisis de los indicadores de sustentabilidad e identificado las debilidades y fortalezas de cada sistema, se presentan algunas recomendaciones generales para reforzar los puntos débiles.

Como el principal problema de los sistemas estudiados gira en torno a la disminución de la cantidad de agua de los pozos profundos y si se quiere mantener la superficie sembrada, así como el volumen de la producción, se debe hacer más eficiente el uso del recurso hídrico con el que se cuenta.

En el corto plazo es recomendable buscar alternativas en el manejo del agua, tanto a nivel sociedad como a nivel individual para aprovechar al máximo el agua disponible. Si bien, se reportaron algunas medidas alternativas en el manejo del recurso, como cambiar la forma del surcado para aprovechar más el agua, son muy pocos los productores que dijeron realizarlas, por lo que consideramos recomendable que este tipo de acciones se incrementen. Acciones como las que realizan los productores de la región de Atlixco (Ocampo, 2004) como la nivelación del terreno, surcar siguiendo el nivel del suelo así como evitar que se formen achololes o usarlos más abajo, pueden ayudar a lograr que se pueda regar un poco más de superficie.

La construcción de pequeños depósitos para el agua puede ser otra medida importante, de hecho algunos de los productores plantearon esta idea. Esto sirve para cosechar agua de lluvia. Estos deben ser depósitos que se pueden construir a nivel individual, o bien, entre varios productores que tengan sus parcelas cercanas.

Debido a la antigüedad y al uso de los pozos, en ambos sistemas existen problemas, no sólo con el equipo de bombeo, sino también con el pozo mismo. En ambos pozos el ademe está colapsado, lo mejor es la rehabilitación del pozo o la misma reposición del pozo, que implica volver a perforar el pozo y equiparlo. Para ello debe buscarse financiamiento de dependencias gubernamentales como la CNA, por medio del programa “uso eficiente del agua y la energía”, en el cual el



costo total de la rehabilitación se divide entre los productores y las dependencias involucradas. Esta medida la está empezando a realizar la sociedad “El Chamizal”, quienes ya solicitaron ingresar al programa.

Con la rehabilitación de los pozos puede incrementarse el gasto hidráulico, además de disminuir los costos de energía eléctrica por el bombeo, pero para lograr este objetivo se necesita además una buena organización de los productores, que como se planteó, existe y es una de las fortalezas en los sistemas analizados.

Se requiere mayor participación de la sociedad en la toma de decisiones, lo que se podría lograr mediante la realización de un taller sobre liderazgo y toma de decisiones o sobre formas de participación social.

La recomendación para la sociedad “Lázaro Cárdenas” es que se constituya como una Sociedad de Producción Rural de R.L. (Responsabilidad Ilimitada) o R.L. (Responsabilidad Limitada) al tener esta personalidad jurídica, tienen la posibilidad de captar fondos y programas de apoyo gubernamental para el mejoramiento de la infraestructura del sistema de riego, como el programa del “Uso Eficiente del Agua y de la Energía Eléctrica”, aunque también deben contar con liquidez económica para poder aportar la parte que les corresponde en el proyecto.

La tecnificación del sistema de riego es algo recomendable, ya que las innovaciones tecnológicas son fundamentales para elevar la eficiencia en el manejo de un recurso escaso. Por todo lo que implica este proceso se considera una meta a mediano plazo y recomendada para los productores que tienen incentivos e iniciativa en invertir en este tipo de sistemas. Los productores de cultivos comerciales, como las hortalizas son las que más alta relación beneficio costo presentan. Es decir, se debe aprovechar la disposición a tecnificar de algunos de los productores para que este proceso pueda darse. Sin embargo, deben buscarse tecnologías adecuadas a las condiciones de la localidad, esto no implica necesariamente altos costos o incorporar tecnología de punta, existen algunos sistemas de bajo costo que serían adecuados en la localidad. Para ello

se requiere asesoría técnica y recursos financieros. En primer lugar los productores necesitan conocer estos sistemas y aprovechar la experiencia en el sistema alternativo, donde pueden verse los resultados de los sistemas de riego modernos.

Sin duda, todo lo anterior demanda un cambio hacia una nueva cultura del agua, donde todos los actores: usuarios, gobierno e iniciativa privada, tomen el papel que les corresponde.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Mielgo, Antonio M., y Sevilla G. Eduardo. (1995). "El discurso ecotecnocrático de la sostenibilidad". En: Cadenas Marín, Alfredo (coord.). *Agricultura y Desarrollo sostenible*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid. España. pp. 91-120.
- Altieri, Miguel A. (1993). "Agroecología, conocimiento tradicional y desarrollo rural sustentable". En: Leff, Enrique y Carabias, Julia (coordinadores). *Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales* Vol. 2. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM. México. pp. 671-679.
- Altieri, Miguel A. y Clara I. Nicholls. (2000). *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. PNUMA. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México. 235p.
- Astier Marta y John Hollands (Editores). (2005). *Sustentabilidad y Campesinidad. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica*. MUNDI-PRENSA. México. 262 p.
- Bernal, Tzoni Martin (Coordinador). (1979). Análisis de la problemática de San Pablo Actipan, Tepeaca. Informe, Plan Puebla. CEICADAR. Colegio de Postgraduados. México.
- Bifani, Paolo. (1997). *Medio Ambiente y Desarrollo*. Universidad de Guadalajara. Tercera edición. México. 699 p.
- Cadenas Marín, Alfredo (coord.). (1995). *Agricultura y Desarrollo sostenible*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid. España. 480 p.
- Centro Nacional de Desarrollo Municipal (1999). *Enciclopedia de los municipios de México*. Puebla. Gobierno del Estado de México.
- Campos González, Fortino Gabriel (1997). *La actividad agrícola en sistemas de pequeña irrigación con galerías filtrantes en la Cañada pobiana, México*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Campus Puebla.
- Comisión Nacional del Agua-CP. (1998) *Unidades de riego organizadas, Puebla*. CNA. Colegio de Postgraduados México.
- Comisión Nacional del Agua-CP. (1999) *Unidades de riego sin organizar, Puebla*. CNA. Colegio de Posgraduados. México.

- Comisión Nacional del Agua. (2001). Programa Hidráulico 2001-2006. CNA. México.
- Comisión Nacional de Agua (2002). *Deferminación de la disponibilidad de agua en el acuífero valle de Tecamachalco, estado de Puebla*. SEMARNAP-CNA. México.  
[http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DR\\_2101.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DR_2101.pdf) (30 de marzo de 2007).
- Comisión Nacional del Agua (2003). Ahorro y uso eficiente de energía eléctrica. Documento técnico. CNA. Gerencia de estudios y proyectos coordinación de electromecánica. México.  
[http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/AHORRO\\_Y\\_USO\\_EFIICIENTE.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/AHORRO_Y_USO_EFIICIENTE.pdf) (26 de abril de 2007).
- Comisión Nacional del Agua (2005). Estadísticas del Agua en México 2005. CNA México.
- Comisión Nacional del Agua-SEMARNAT (2007). Estadísticas del Agua en México 2007. CNA. SEMARNAT. México.
- Comisión nacional para el ahorro de energía (2007). El factor de potencia. [http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA\\_419\\_el\\_factor\\_de\\_potenci](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_419_el_factor_de_potenci) (14 de noviembre de 2007).
- Daly, Herman E. (1994) “De la economía del mundo vacío a la del mundo lleno”. En: Goodland Robert.[et al.]. *Desarrollo económico sostenible: avances sobre el informe Brundtland*. Uniandes, Tercer Mundo. Santa fe de Bogotá, Colombia. pp. 51-71.
- Escobedo Castillo, J. Francisco. (1997). “El pequeño riego en México”. En: Martínez Saldaña, Tomas y Jacinta Palerm Viqueria (Editores). *Antología sobre pequeño riego*. Colegio de Postgraduados. México. pp. 241-272.
- Escobedo Castillo, J. Francisco, Ramírez Valverde B. y Cuevas, S. (2003). “Diagnostico socioeconómico de la zona de Acatzingo, Pue. Proyecto. C.P-PEMEX. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.
- Escobedo Castillo, J. Francisco. (2006). “La pequeña irrigación en el estado de Puebla. Rasgos de su estructura y funcionamiento”. En: Ocampo Fletes, Ignacio. J.F. Escobedo Castillo y Benito Ramírez Valverde (Coordinadores). *El Agua, recurso en crisis*. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Fundación Produce Puebla A.C. pp. 95-113.
- Gayo Daniel. Daly Herman E. (1995). Significado, conceptualización y procedimientos operativos del desarrollo sostenible: posibilidades para la agricultura y el mundo rural. En: Cadenas Marín, Alfredo (coord.).

- Agricultura y Desarrollo sostenible. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid. España. pp. 19-38.
- Gliessman, R. Stephen (2002). *Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible*.: CAITE. Turrialba, Costa Rica. 350p.
- González Gaudiano, Edgar. (Coord.) (1997) *El desarrollo sustentable, una alternativa de política institucional*. SEMARNAP, México. 71 p.
- González Luna, Ángel. (1995) *Manejo de los recursos y producción agrícola en un sistema de pequeña irrigación*. Caso Buenavista de Juárez, Pué. Tesis de Maestría en ciencias. Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Campus Puebla.
- Grawitz, Madeleine (1975), *Métodos y técnicas de las ciencias sociales*. Tomo I Hispano Europea. Barcelona, España. 455 p.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación*. 3era. Ed.. Mc Graw –Hill / Interamericana Editores. México. 705 p.
- Hernández Flores, José Álvaro. (2004) *Movimientos sociales por el territorio: la conformación de la UCEZ en la Región Tepeaca- Tecamachalco, Puebla*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.
- IICA (2002). *El desarrollo rural sostenible en el marco de una nueva lectura de la ruralidad: Nueva Ruralidad*. Dirección de Desarrollo Rural Sostenible. San José Costa Rica. 30 p.
- INEGI (1992). Anuario Estadístico del Estado de Puebla, edición 1992. México.
- INEGI (1994). *Tepeaca, Estado de Puebla*, Cuaderno Estadístico Municipal. México.
- INEGI (2000). *XII Censo General de Población y Vivienda*. INEGI. México.
- INEGI (2002). Anuario Estadístico del Estado de Puebla, edición 2002. México.
- INEGI (2007). *Núcleos agrarios. Tabulados básicos por municipios*. Puebla. México.
- Jiménez, Merino F. Alberto. (2004). *Agua para el desarrollo. Más agua siempre para todos*. Cámara de diputados, LIX legislatura. Fundación Mixteca para el desarrollo A.C. 362 p.
- Leff, Enrique. (1998) *Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. PNUMA, SXXI. México. 285 p.

- Macías Cuéllar Humberto, *et al.* (2006). "Los estudios de sustentabilidad". *Ciencias*, enero-marzo, número 081. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 20-31.  
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/644/644408104.pdf> (13 de marzo 2006).
- Martínez Alier, Joan y Joedi Roca Jusmet. (2001) *Economía ecológica y política ambiental*. FCE. México. 499 p.
- Martínez Castillo, Róger (2004). "Fundamentos culturales, sociales y económicos de la agroecología". *Revista de Ciencias Sociales* (Cr), año/vol. II, número 103-104. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. pp. 93-102.  
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=15310407> (5 de octubre de 2007).
- Masera Omar, Marta Astier y Santiago López-Riadura. (1999) *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de la evaluación MESMIS*. Mundi prensa. México. 109 p.
- Masera Omar. Santiago López-Riadura [coordinadores] (2000). *Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural*. Mundi prensa. México. 346 p.
- Morales Hernández, Jaime. (1998) "El desarrollo sustentable y el medio rural: consideraciones conceptuales". *Rengiones* No. 41. pp. 26-34.
- Müller, Sabine (1997). "Evaluación de la sostenibilidad de actividades agrícolas y de recursos naturales". En: Laura Pérez Echeverría (editora) *Desarrollo Sostenible en Costa Rica: Avances y perspectivas*. San José, Costa Rica, Editorial Porvenir. pp. 43-72.
- Neri Noriega, René. (2005). *La modernización rural en la región centro oriente del estado de Puebla, análisis desde la perspectiva ambiental*. Tesis de licenciatura. Facultad de economía. BUAP.
- Neri Noriega, René, Spencer Avalos Aguilar, Flor Briñas Villalobos y Ana E. Marín. (2006). *Diagnóstico Agrícola del Municipio de Tepeaca, Puebla*. Estudio realizado en el curso CEI 605 Diagnóstico Agrícola Regional. Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, COLPOS, Campus Puebla. (Documento no publicado).
- Núñez, Miguel A. (2000). *Manual de técnicas agroecológicas*. Serie: Manuales de educación y capacitación ambiental. 1ª. ed. PNUMA. México. 96 p.
- Ocampo Fletes, Ignacio. (2004). *Gestión del agua y sustentabilidad de los sistemas de pequeño riego. El caso del canal San Félix, Atlixco, México*. Tesis Doctoral. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba, España.

- O'Connor, James. (2002). *Causas Naturales. Ensayos de Marxismo ecológico*. Siglo XXI. México. 406 p.
- Palerm Viqueira, Jacinta. (2006). "Organizaciones autogestivas para el manejo del agua". En: Ocampo Fletes, Ignacio. J.F. Escobedo Castillo y Benito Ramírez Valverde (Coordinadores). *El Agua, recurso en crisis*. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Fundación Produce Puebla A.C. pp. 79-94.
- Palomares Licona, Angélica. (2006). *Importancia económica y social de la apropiación/producción de brócoli en la localidad de San Pablo Actipan, municipio de Tepeaca, Puebla. 1999-2005*. Tesis de licenciatura. Facultad de Economía. BUAP.
- PNUMA. (1992) Agenda 21. Versión electrónica. <http://www.rolac.unep.mx>
- Rappo Miguez, Susana y Rosalía Vázquez Toríz. (2005). *Propuesta para Construir un Desarrollo Sustentable en la Región Centro Oriente de Puebla*. Facultad de Economía, BUAP. Gobierno del Estado de Puebla. Secretaría de Desarrollo Social. 246 p.
- Rodríguez Barrientos, Francisco. (2002). *El difícil equilibrio sociedad naturaleza*. Ediciones Perro Azul. San José, Costa Rica. 170 p.
- Rojas Soriano, Raúl. (2005). *Guía para realizar investigaciones sociales*. 40ª edición. Plaza y Valdez. México. 437 p.
- Ruiz Rosado, Octavio. (1995) "Agroecosistema: el término, concepto y su definición bajo el enfoque agroecológico y sistémico. En: *Agroecología y desarrollo sustentable: segundo seminario internacional de Agroecología*. UACH. México. pp. 103-113.
- Sachs, Ignacy (1982) *Ecodesarrollo: Desarrollo sin Destrucción*, México, Edit. El Colegio de México. 201 p.
- Sarandón, Santiago J. (2002). "El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas". En: Sarandón, Santiago J. (Ed). *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas. La plata. pp. 393-414.
- Sevilla Guzmán, Eduardo. (2002). "Agroecología y desarrollo rural sustentable: una propuesta desde Latino América". 28 p. <http://www.jornadadeagroecologia.com.br/textos/artigo241001.pdf> (13 mayo 2006).
- Toledo, Víctor M. (1998). "La sociedad rural, los campesinos y la cuestión ecológica". En: Zepeda P., Jorge. *Las sociedades rurales hoy*. Colegio de Michoacán. México. pp. 273-285.

\_\_\_\_\_. (2000) *La paz en Chiapas: ecología, luchas indígenas y modernidad alternativa*. UNAM, Instituto de Ecología, Quinto Sol. México. 256 p.

Vázquez Toríz Rosalía y Susana Edith Rappo Míguez. (2006). "De la defensa de la tierra al desarrollo rural". VII Congreso Latinoamericano de Sociología Rural. 20-24 de Noviembre del 2006 Quito, Ecuador. 16 p.  
<http://www.alasru.org/cdaldasru2006/10%20GT%20Rosal%C3%ADa%20V%C3%A1zquez%20Tor%C3%ADz,%20Susana%20Edith%20Rappo%20Miguez.pdf> (12 de julio de 2007).

Villareal, Manzo, Luís A. (1991). *La pequeña irrigación en Tepeaca, Puebla. Situación actual e importancia*. Estudio monográfico. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".



## ANEXO A

**Cuadro 1 Superficie total por tipo de tenencia, número de predios y superficie en la sociedad “El Chamizal”.**

Socios entrevistados	Superficie Total *	Ejido	Pequeña Propiedad	Superficie dada a medias	Nº de predios	Superficie en la sociedad
1	1	1	0	1	1	1
2	3.5	0	3.5	0	2	3.5
3	1.5	1.5	0	0	1	1.5
4	1.25	1.25	0	0	2	1
5	3	1	1	1	3	1
6	2	1	1	0	2	2
7	3	1	2	0	2	2
8	3	3	0	0	3	1.5
9	6	0	6	0	2	2
10	2	1	2	0	2	2
11	3.25	1.5	1.75	0	2	1.75
12	2	0	2	0	1	2
13	2.5	1	1.5	0	2	1.5
14	2	2	0	0	1	2
15	2	2	0	0	1	2
16	7.25	1.25	6	0	5	2
17	2.5	2.5	0	0	3	2
18	2	2	0	0	1	2
19	2	0	2	0	1	2
20	5	2	3	0	3	2

\*Superficie total con la que cuenta el productor independientemente de la pertenencia a una sociedad de riego.

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

**Cuadro 2 Superficie total por tipo de tenencia, número de predios y superficie en la sociedad “Lázaro Cárdenas”.**

Socios entrevistados	Superficie Total*	Ejido	Pequeña Propiedad	Superficie dada a medias	Nº de predios	Superficie en la sociedad
1	2.7	2.7	0	0	1	2.7
2	12.25	5	6	1.25	4	2.5
3	2	2	0	0	1	1
4	1.5	1.5	0	0	1	1.5
5	2.2	2	0.2	0	2	2
6	7.5	3.5	4	0	3	3
7	4.75	0.75	4	0	2	2
8	2.5	1.5	1	0	2	1.5
9	4	1	1	2	2	2
10	3	3	0	0	1	3
11	4	4	0	0	2	2
12	1.5	1.5	0	0	1	1.5
13	1	1	0	0	1	1
14	10.5	5.5	5	0	8	2
15	2	2	0	0	2	1
16	1.5	1.5	0	0	1	1.5
17	1	1	0	0	1	1
18	2.5	2.5	0	0	1	2.5

\*Superficie total con la que cuenta el productor independientemente de la pertenencia a una sociedad de riego

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

Cuadro 3 Superficie sembrada por cultivo, julio-diciembre 2006. Sociedad "El Chamizal".

Socios entrevistados	(Ha)													Total Superficie Sembrada
	Maiz	Alfafa	Cebolla	Brocoll	Cilantro	Cebollin	Lechuga	Zanahoria	Tomate	Alcachofa	Estatice	Girasol	Epazote	
1	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.25	0.25	0	0
4	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0.75	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	1.75
12	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0.5	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
17	1.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5
18	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
19	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
20	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	0	6	3.5	1	6.75	1.25	5.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	1	37.75

Fuente: Trabajo de campo 2007.

Cuadro 4 Superficie sembrada por cultivo, enero-junio 2007, Sociedad "El Chamizal".

Socios entrevistados	(Ha)															Total Superficie Sembrada (Ha)
	Maíz	Frijol	Alfalfa	Cebolla	Brocoll	Cilantro	Cebollin	Lechuga	Zanahoria	Vetabel	Alcachofa	Alell	Crisalida	Nube	Estatice	
1	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0.25	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	0.5	0	0	0
5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0
11	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1.5	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	1	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	4	0.5	7.5	5	5	3.25	6.75	3.25	1	1	1	0.5	0.5	0.75	0.25	0.25

Fuente: Trabajo de campo, 2007

**Cuadro 5 Superficie sembrada por cultivo (Ha), julio-diciembre 2006, sociedad "Lázaro Cárdenas".**

Socios entrevistados	Maíz	Alfalfa	Frijol	Cebolla	Brócoli	Cilantro	Cebollín	Coliflor	Total Superficie Sembrada
1	1.5	1.2	0	0	0	0	0	0	2.7
2	0	1.5	0	0	1	0	0	0	2.5
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.5	1	0	0	0	0	0	0	1.5
5	1	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	1	1	0	0	0	2
7	1	0.75	0	0	0	0	0	0	1.75
8	1.5	0	0	0	0	0	0	0	1.5
9	0	0	0	0	0	1	0	1	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	0	0	0	0	0	0	1
12	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0.75
13	0	0	0	0	1	0	0	0	1
14	1.25	0	0	0	0	0	0	0	1.25
15	0	1	0	0	0	0	0	0	1
16	1	1	0	0	0	0	0	0	2
17	0	0	0	0	1	0	0	0	1
18	0	0	0	0	1	1	0.5	0	2.5
<b>Total</b>	<b>8.5</b>	<b>7.45</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>25.45</b>

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

**Cuadro 6 Superficie sembrada por cultivo (Ha), enero-junio 2007. Sociedad "Lázaro Cárdenas".**

Socios entrevistados	Maíz	Alfalfa	Brócoli	Cilantro	Cebollín	Porro	Total Superficie Sembrada
1	1	1.2	0	0	0	0	2.2
2	0	1.5	1	1	0	0	3.5
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0.5	1	0	0	0	0	1.5
5	1	0.5	0	0	0	0	1.5
6	1	0	1	0	0	0	2
7	0.5	0.75	0	0	0	0	1.25
8	1	0.5	0	0	0	0	1.5
9	0	0	1.2	0	0	0	1.2
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	0	0	0	0	1
12	0.75	0	0	0	0	0	0.75
13	0	0	1	0	0	0	1
14	1.25	0	0	0	0	0	1.25
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	1	0	0	0	0	1
17	0	0	0.5	0	0.5	0.5	1.5
18	0	0	1	1	1	0	3
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>7.45</b>	<b>5.7</b>	<b>2</b>	<b>1.5</b>	<b>0.5</b>	<b>24.15</b>

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

**Cuadro 7 Superficie sembrada y regada, por socio.  
Sociedad "El Chamizal".**

Socios entrevistados	Superficie sembrada julio-diciembre 2006 (Ha)	Superficie sembrada enero-julio 2007 (Ha)	Superficie que alcanza a regar
1	1	1	1
2	2	2.5	1.5
3	1.5	1	1
4	1	1	1
5	1.5	1	0.75
6	2	2	2
7	2	2	1
8	1.5	1.5	1
9	2	2	1.5
10	1.5	1.5	1.5
11	1.75	1.75	1.25
12	2	2	1
13	1.5	1.5	1
14	2	2	0.75
15	3	3	1.5
16	3	3.5	2.5
17	2.5	2.5	0.5
18	2	2	1
19	2	2	1
20	2	2	1
Total	37.75	37.75	23.75

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

**Cuadro 8 Superficie sembrada y regada, por socio.  
Sociedad "Lázaro Cárdenas".**

Socios entrevistados	Superficie Sembrada julio-diciembre 2006 (Ha)	Superficie Sembrada enero-julio 2007 (Ha)	Superficie que alcanza a regar
1	2.5	2.7	1
2	2.5	2.5	0.75
3	0	0	0.5
4	1.5	1.5	0.5
5	1	1	1
6	2	2	1
7	1.75	1.5	0.75
8	1.5	1.5	0.75
9	2	1.7	1
10	0	0	0.5
11	1	1	0.5
12	0.75	0.75	0.25
13	1	1	0.5
14	2	2	0.75
15	1	0	0.5
16	2	1	1
17	1	1	0.5
18	2	3	1
Total	25.5	24.15	12.75

Fuente: Trabajo de campo, 2007.



**Cuadro 9 Número de socios que conocen algún sistema de riego tecnificado.**

Sistema de riego tecnificado	"El Chamizal"		"Lázaro Cárdenas"	
	Socios	%	Socios	%
Goteo	1	5	3	17
Aspersión	5	25	6	33
Goteo y aspersión	4	20	3	17
Ninguno	10	50	6	33
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>18</b>	<b>100</b>

Fuente: Trabajo de campo 2007.

**Cuadro 10 Beneficios del riego tecnificado.**

Beneficio	"El Chamizal"		"Lázaro Cárdenas"	
	Socios	%	Socios	%
Ahorro de agua	9	90	9	75
Ahorro de agua y de trabajo	1	10	3	25
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>12</b>	<b>100</b>

Fuente: Trabajo de campo 2007.

## Anexo B

### Cuestionario aplicado a productores

COLEGIO DE POSTGRADUADOS. CAMPUS PUEBLA

PROGRAMA DE POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO

AGRICOLA REGIONAL

### ENCUESTA A PRODUCTORES DE SAN PABLO ACTIPAN, TEPEACA, PUEBLA.

El presente cuestionario tiene el objetivo de captar información referente a la forma de manejo del agua y a la tecnología empleada en la producción agrícola por los miembros de las sociedades de riego.

La información proporcionada será utilizada única y exclusivamente con fines académicos, por lo que se solicita al productor su autorización para entrevistarlo y obtener la información sobre el tema referido.

DATOS GENERALES	
NOMBRE DEL ENTREVISTADO	_____
SOCIEDAD DE RIEGO	_____
NO. DE CUESTINARIO	_____
FECHA	_____
NOMBRE DEL ENTREVISTADOR	_____
CARACTERISTICAS DEL PRODUCTOR ENTREVISTADO:	
01. EDAD	_____ AÑOS
02. SEXO	_____ (M) (F)
03. ESCOLARIDAD (AÑOS DE ESTUDIO)	_____
04. SABE LEER Y ESCRIBIR	(SÍ) (NO) _____

## I Recurso Tierra.

1. Cuánta superficie propia tiene, rentada o tomada a medias.

Indicar las hectáreas de riego y temporal y el número de parcelas

Tipo de tenencia	Superficie		Total (Ha)	Número de Parcelas
	Riego	.. Temporal		
Ejido				
Pequeña Propiedad				
Renta				
Tomada a Medias				

2.- ¿El año pasado (2006) trabajó su tierra? Si \_\_\_\_\_ (pasar a pregunta 6) NO \_\_\_\_\_  
¿Por qué? \_\_\_\_\_

a) La rentó b) la dió a medias \_\_\_\_\_ c) ó dejo sin cultivar (Pasar a la pregunta 5)

3.- ¿Cuál fue el último ciclo agrícola que trabajo su tierra? 2005 \_\_\_\_\_ 2004 \_\_\_\_\_ 2003 \_\_\_\_\_  
antes del 2001 \_\_\_\_\_

4.- ¿El año pasado cuánta superficie rentó usted o dió a medias?

Indicar las hectáreas de riego y temporal y el número de parcelas

Tenencia	Superficie		Total (Ha)	Número de Predios
	Riego	.. Temporal		
Renta				
A Medias				

## II Superficie sembrada, producción obtenida.

5.- ¿Qué fue lo que sembró el último año en su (s) parcela (s)?:

En los siguientes cuadrantes señalar la ubicación de la(s) parcela (s), ubicar los cultivos por ciclo: julio diciembre 2006 (primer cuadrante) o de enero mayo 2007 (segundo cuadrante), o adecuar el ciclo de acuerdo a los ciclos al informante. Indicar: Tipo de tenencia de la tierra, que cultivo(s) sembró en ese ciclo, superficie sembrada, de qué pozo obtuvo el agua (en caso de usar riego), cuanta producción obtuvo por cada cultivo (en ton/ha o la medida que mencione el productor: rollos, cajas, etc. )

JULIO- DICIEMBRE DE 2006

NORTE

OESTE

CASA

ESTE

SUR

ENERO- MAYO DE 2007

NORTE

CASA

ESTE

OESTE

SUR

7.- ¿Tiene usted vacas, toros o becerros? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ (Pasarse a pregunta 8)

Total	¿Cuántos de?				Son:			¿Con qué los alimenta?				
	Trabajo	Came	Leche	Engorda	Corrientes	Finos	Cruza	Alimento Balanceado		Pastur	Pastor	eo
								Comprado	Elaboración Propia	Alfalfa.		
										Maíz		

8- ¿Vende todo o parte de estos toros y vacas o su producción?

Si \_\_\_\_\_ # cabezas \_\_\_\_\_ Productos (Sólo si tiene vacas) : leche \_\_\_\_\_  
 Queso \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

9.- Tienes usted alguno de los siguientes animales:

Especie	Si / número de cabezas	Alimento	Número para vender	No.	Especie	Si / número de cabezas	Alimento	Uso	No.
Marranos					Caballos				
Borregos					Conejos				
Chivos					Aves de corral				
Burros									

## II Recurso Agua

10.- ¿Cuánta superficie riega con un turno?

---



---

11. ¿Es suficiente la cantidad de agua que recibe para regar toda la superficie que sembró? Si \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

¿Qué hace para regar el resto de la superficie? :

- Usa agua de otro pozo en donde es socio \_\_\_\_\_
- Compra agua \_\_\_\_\_
- Intercambiar horas \_\_\_\_\_

12.- Sólo en caso de comprar agua:

- ¿En qué sociedad (pozo) compra el agua? \_\_\_\_\_
- ¿Cuánto paga por el agua? \_\_\_\_\_

13.- ¿Qué tanto le afecta esta disminución de cantidad de agua en la producción?

---



---

14.- ¿Qué medidas han tomado a raíz de la disminución de la cantidad de agua del pozo?:

---

---

---

15.- Además del pozo mencionado ¿Es usted socio de otro pozo? Si\_\_\_ No\_\_\_ (Pasar a la pregunta 19)

16.- ¿De cuál(es) pozos (s)

---

---

### III Infraestructura física

18.- ¿Le dan mantenimiento al equipo de bombeo?

Si\_\_\_ ¿Con qué frecuencia?\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_ (pasar a la pregunta 20)

19.- ¿En qué consiste el mantenimiento?

---

---

20.- El año pasado se descompuso la bomba? Si\_\_\_ ¿Cuántas veces?\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

21.- ¿Cada qué tiempo se realiza la limpia de canales?\_\_\_\_\_

---

---

22.- ¿Quién realiza la limpia de canales?\_\_\_\_\_

---

---

23.- ¿Si usted no limpia los canales, cuánto paga por limpia de canales?

---

---

24- Aproximadamente qué tiempo trabaja la bomba al mes\_\_\_\_\_

---

---

### IV Organización

25.-Es usted: socio fundador\_\_\_\_\_, sucesor\_\_\_\_\_ compró la acción\_\_\_\_\_

---

---

26.- ¿De qué forma y en dónde se toman las decisiones dentro de la sociedad?

---

---

27.- ¿Participa usted en las asambleas de la sociedad? \_\_\_\_\_

28.- ¿Cada qué tiempo se realizan las asambleas? \_\_\_\_\_

29.- ¿Cada qué tiempo renuevan su mesa directiva? \_\_\_\_\_

30.- ¿Cómo se asignan los cargos (Presidente, secretario, tesorero),? \_\_\_\_\_

31.- ¿Además de estos cargos existen algunos otros? Si\_\_ cuáles? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

32.- ¿Considera justa y/o igual la distribución del agua entre todos los miembros de la sociedad?

Si\_\_ porqué? \_\_\_\_\_

No\_\_ porqué? \_\_\_\_\_

33.- ¿Se respetan en verdad los turnos establecidos?

Si\_\_

No \_\_\_\_\_

34.- ¿Existen reglamentos dentro de la sociedad, sean escritos o sólo acuerdos?

Si\_\_ No\_\_

a).-Sobre que tratan? \_\_\_\_\_

35.- ¿Cuáles con las cuotas y multas que existentes?

Cuotas:

Concepto	Monto

Multas:

Concepto	Monto
Retardo o ausencia a asambleas	

36.- El dinero recaudado con las multas y/o cooperaciones ¿para qué se usa? \_\_\_\_\_

37.- ¿Se dan informes del dinero recaudado y sus usos? \_\_\_\_\_

38.- ¿Conoce, le han platicado o ha visto funcionar algún sistema de riego Tecnificado?

Si \_\_\_\_\_ ¿Cuál?

No \_\_\_\_\_

Goteo \_\_\_\_\_ Aspersión \_\_\_\_\_ Micro aspersión \_\_\_\_\_

Otro \_\_\_\_\_

39.- ¿Cree usted que la tecnificación del riego puede ayudar a resolver la situación actual del agua?

Si \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

40.- ¿Estaría dispuesto a tecnificar?

Si \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_ ¿Por que? \_\_\_\_\_

41.- ¿Cuál es el principal problema que cree tener para tecnificar? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## Tecnología de producción

Nota: La información es por 1.0 hectárea (Indicar si el entrevistado proporciona datos para una superficie menor).

Cultivo: \_\_\_\_\_

<b>A).- Preparación del terreno</b>									
Actividad	¿Con qué hace la actividad?:				¿ Cuántas veces hace la actividad?	¿Cuál es el precio (cada vez?)			
	Yunta		Tractor						
	Propia	Rentada	Propio	Rentada					
<b>Barbecho</b>									
<b>Rastra</b>									
<b>Surcada</b>									
<b>Otro</b>									
<b>ACTIVIDAD</b>	Cantidad / Hectárea			Precio (kg, bulto)	Cuántas veces	Jornales (en cada vez)	Precio (Salario)		
<b>B).- Siembra</b>						Familiar	Asalariado		
Qué tipo de semilla usa: Criolla _____ Mejorada _____ cuál _____									
Almácigo									
a) Época (mes)									
<b>Sembrar</b>									
<b>D).- Abonado</b>									
¿ Usá abono animal? ¿De cuál?									
i)									
ii)									
Época de aplicación (mes)									
<b>Abonar la parcela</b>									
<b>E).- Fertilización</b>									
<b>¿Qué fertilizantes químicos usa?</b>									
a)									
b)									
<b>¿ Usa foliares? ¿Cuáles?</b>									
a)									
Otro: Minerales, hormonas									
a)									
<b>Aplicación de Fertilizantes</b>									
a) Aplicación: Manual _____ Con maquinaria _____									
b) Época de aplicación									
<b>E).- Deshierbe</b>									
a). Químico ¿Qué herbicidas usa?									
i)									
ii)									
b) Manual									

ACTIVIDAD	Cantidad /Hectárea	Precio por unidad (kg, bulto)	Cuántas veces	Jornales / hectárea (en cada vez)		Precio (Salario)
				Familiar	Asalariado	
<b>F).- Riego</b>						
<b>Regar</b>						
a) Método Por surco _____						
b) Por Meiga _____						
b) Periodo (Días ) _____						
c) Duración (Hr/Ha) _____						
<b>G).-Control de plagas y enfermedades</b>						
<b>i).- ¿ Qué plagas tiene el cultivo? ¿Qué usa para controlarla?</b>						
<b>i).- Insecticidas. Indicar plaga</b>						
a) _____						
b) _____						
<b>ii).-¿ Qué enfermedades tiene el cultivo? ¿Qué usa para controlarla?</b>						
<b>Fungicidas. Indicar enfermedad</b>						
a) _____						
b) _____						
<b>Cosecha</b>						
<b>Indicar rendimientos</b>						
a) 1er corte _____						
b) 2° Corte _____						
c) 3er corte _____						
d) 4° corte _____						
Rendimiento total _____						

¿Qué otros gastos realiza en este cultivo?

Bolsa \_\_\_\_\_  
 Cajas \_\_\_\_\_  
 Hilo \_\_\_\_\_  
 otro \_\_\_\_\_

¿Cómo lleva a vender sus productos?:

Camioneta propia \_\_\_\_\_ ¿Cuánto gasta en gasolina?  
 Camioneta rentada \_\_\_\_\_ ¿Cuánto paga por fletes?

¿En dónde vendió su cultivo?	Precio pagado (Pesos/Hectárea)
En huerta (corte a cargo del comprador)	
A intermediario en San Pablo (Corte a cargo del productor)	
San Salvador Huixcolotla	
Central de Abastos Puebla	
Central de Abastos México D.F.	

## Guía de entrevista

### COLEGIO DE POSTGRADUADOS. CAMPUS PUEBLA PROGRAMA DE POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRICOLA REGIONAL

#### Datos generales sobre la unidad de riego

1. ¿Qué profundidad tiene el pozo?
2. ¿Es la misma de cuando se perforó?
3. ¿Qué tipo de bomba tienen?
4. ¿Cuántas pulgadas de diámetro tiene la bomba?
5. ¿Cuál es la capacidad de bombeo aproximadamente en litros por segundo?
6. ¿Está operando a toda su capacidad, ó a qué porcentaje?
7. ¿Cuál es la potencia de la bomba?
8. ¿Cuántos canales principales tienen?
9. ¿Cuántos metros de canales revestimiento (canaleta) tienen?
10. ¿En qué año se conformó la sociedad?
11. ¿Cuántos miembros tiene?
12. ¿Están registrados como unidad de riego en SAGARPA?
13. ¿En qué año obtuvieron la concesión ante CNA?
14. ¿Cuál es la superficie que comprende el proyecto?
15. ¿Las parcelas de los miembros están juntas o dispersas?
16. ¿Qué cultivos se siembran en las tierras de la sociedad?
17. ¿Quién dirige a la asociación/sociedad?
18. ¿Cada qué tiempo cambian a los representantes?
19. ¿Tienen algún reglamento y cuáles son los puntos más importantes de éste, respecto de la operación y conservación de las obras, derechos y obligaciones de los socios?
20. ¿Cuál es el procedimiento de distribución y entrega de agua: duración de turnos, intercambio de turno, venta de turnos, etc.?
21. ¿Cuáles son las cuotas que pagan y porqué concepto: electricidad, mantenimiento, etc?
22. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrentan en este momento sociedad?