



*El Colegio  
de la Frontera*



PRODUCTIVIDAD DE LA VID EN FUNCIÓN DEL  
APROVECHAMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL  
VALLE DE GUADALUPE 1994 -2004

Tesis presentada por

**Angelberto Gaeta Lara**

para obtener el grado de

MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN INTEGRAL  
DEL AMBIENTE

TIJUANA, B. C.  
2006

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por financiar mis estudios de maestría.

Al Colegio de la Frontera Norte y al Centro de Investigación y Educación Científica de Ensenada (CICESE) por brindarme la oportunidad de continuar con mi formación profesional.

A la coordinación de la Maestría en Administración Integral del Ambiente por todas las facilidades prestadas para realizar éste trabajo.

Al Dr. Jaime Herrera Barrientos por su valiosa asesoría y apoyo en la orientación y realización de ésta tesis.

Al Dr. Vicente Sánchez Munguía y al Dr. Fernando Wakida, por dar lectura y aportar comentarios y sugerencias importantes para el desarrollo de la investigación.

A la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) delegación Ensenada, especialmente al Ing. Fernando Sánchez Galicia, por su tiempo y disponibilidad para resolver mis dudas y proporcionarme información y sugerencias importantes para el desarrollo de ésta investigación.

A la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE) en especial al Ing. Fernando Domínguez Pensamiento por su amable atención e información oportuna para éste trabajo.

A mi familia por su apoyo incondicional y por enseñarme lo importante que es compartir y creer en uno mismo.

A la M.C. Isabel Madrid por sus valiosos comentarios e importantes aportaciones para realizar éste trabajo, especialmente por su sincera amistad.

A César, Julio y Pedro por brindarme su amistad y por abrirme las puertas de su casa y apoyarme en la última etapa de éste trabajo.

A mis amigos, quienes en conjunto enriquecieron el proceso de aprendizaje tanto académico como personal.

# ÍNDICE

## RESUMEN

## INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema  
Justificación  
Objetivos  
Hipótesis

## CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO -METODOLÓGICO

1.1. Marco teórico.....	1
1.2. Metodología.....	2

## CAPITULO 2. ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Medio Físico.....	7
2.1.1. Localización.....	7
2.1.2. Clima.....	9
2.1.2. Precipitación.....	9
2.1.4. Hidrología superficial.....	8
2.2. Características del acuífero.....	11
2.2.1. Aprovechamientos hidráulicos.....	13
2.2.2. Disponibilidad de aguas subterráneas.....	15
2.2.2.1. Descarga.....	16
2.2.2.2. Recarga.....	16
2.2.3. Descripción histórica de los niveles estáticos.....	17
2.3 Calidad del agua subterránea.....	19
2.4. Marco legal en materia de agua subterránea	
2.4.1. Jerarquía jurídica.....	20
2.4.2. Usos del agua.....	22
2.4.3. Prevención de la contaminación.....	24
2.4.4. Extracciones.....	25
2.4.5. Tipos de usos del agua.....	25
2.5. Usos del agua subterránea del Valle de Guadalupe	
2.5.1. Uso agrícola.....	26
2.5.2. Uso doméstico e industrial.....	26
2.5.3. Uso público urbano.....	27
2.6. Medio económico.....	28
2.7. Medio social.....	29

## CAPITULO 3. RESULTADOS

3.1. Productividad de la vid	
3.1.1. Superficie sembrada.....	33
3.1.1.1. Demanda de agua para riego en el Valle de Guadalupe.....	34
3.1.2. Superficie cosechada.....	35
3.1.3. Producción.....	36
3.1.4. Valor de la producción.....	39

3.1.5. Rentabilidad económica de la producción.....	42
3.1.6. Productividad del agua de uso agrícola en el Valle de Guadalupe.....	45
3.1.7. Balanza comercial 1986 -2004.....	47
3.2. Dinámica poblacional y demanda de agua de Ensenada.....	50
3.3. Recarga y descarga del acuífero 1980 -2004.....	51

<b>CAPITULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
---	-----------

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
--------------------------	-----------

<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>57</b>
-----------------------------	-----------

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 2.1. Localización del Acuífero del Valle de Guadalupe.....	7
Figura 2.2. Distribución de climas en el Valle de Guadalupe.....	8
Figura 2.3. Rasgos de hidrología superficial.....	10
Figura 2.4. Modelo de funcionamiento hidrodinámico del acuífero del Valle de Guadalupe: Fosas Calafía y El Porvenir.....	12
Figura 2.5. Evolución del nivel estático de octubre de 1982 hasta 1998.....	18
Figura 2.6. Dinámica poblacional del Valle de Guadalupe 1921 -2000.....	30
Figura 2.7. Dinámica poblacional de la ciudad de Ensenada 1921 -2000.....	31
Figura 3.1. Superficie sembrada de vid.....	33
Figura 3.2. Baja California: superficie sembrada en condiciones de temporal.....	34
Figura 3.3. Valle de Guadalupe: superficie sembrada de vid y demanda de agua .....	35
Figura 3.4. Superficie cosechada de vid.....	36
Figura 3.5. Valle de Guadalupe: producción y rendimiento de vid .....	37
Figura 3.6. Baja California: producción y rendimiento de vid bajo riego.....	38
Figura 3.7. Baja California: producción y rendimiento de vid temporal.....	39
Figura 3.8. Valor/tonelada de vid 1994 -2004.....	40
Figura 3.9. Valor/hectárea de vid 1994 -2004.....	41
Figura 3.10. Índice de rendimiento por hectárea.....	42
Figura 3.11. Relación beneficio/costo 1994 -2004.....	45
Figura 3.12. Relación beneficio (valor/tonelada)/costo (agua/ton/producida).....	47
Figura 3.13. México: volumen y valor de las exportaciones de vino de mesa 1986 -2004..	48
Figura 3.14. México: volumen y valor de las importaciones de vino de mesa 1986 -2004..	49
Figura 3.15. Producción de agua por habitante 2000 -2030.....	50
Figura 3.16. Recarga y descarga total del acuífero del Valle de Guadalupe 1980 -2004.....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Aprovechamientos de agua subterránea activos en el Valle de Guadalupe 1946 -2002.....	14
Tabla 2.2. Extracciones y recarga históricas.....	15
Tabla 2.3. Evolución histórica del nivel estático 1972 -1977.....	17
Tabla 2.4. Aniones y cationes.....	20
Tabla 2.5. Extracciones de agua de uso agrícola.....	26
Tabla 2.6. Extracciones del Valle de Guadalupe.....	27
Tabla 2.7. Empresas vinícolas en el Valle de Guadalupe.....	30
Tabla 3.1. Valle de Guadalupe: relación beneficio/costo 1994 -2004.....	43
Tabla 3.2. Baja California: relación beneficio/costo 1994 -2004.....	44
Tabla 3.3. Valle de Guadalupe: relación beneficio/costo del agua 1994 -2004.....	46

## Resumen

Jaime Herrera Barrientos\*  
Angelberto Gaeta Lara\*\*

Se evaluó la productividad de la vid bajo condiciones de riego en el Valle de Guadalupe en función del aprovechamiento del agua subterránea y se comparó con la productividad de la vid en condiciones de temporal en Baja California para el período 1994 - 2004. Los resultados indican un desfase entre la oferta y demanda de agua de la ciudad de Ensenada ante el incremento poblacional, la condición de escasez del recurso en la zona y el incremento de hectareas dedicadas al cultivo de la vid. La asignación de agua para la ciudad de Ensenada no determina la productividad de la vid en el Valle de Guadalupe pero si limita el crecimiento de la actividad y de continuar con las tendencias actuales de uso, se avizora un conflicto de intereses que podría limitar el desarrollo de la agroindustria del vino. Se concluye que la productividad de la vid bajo condiciones de riego en el Valle de Guadalupe está en función del aprovechamiento del agua subterránea, la disminución controlada del rendimiento por hectárea y el incremento en la calidad de la vid cosechada. Mientras que la productividad de la vid bajo condiciones de temporal en Baja California está en función de la aplicación de riegos de auxilio, el incremento en el rendimiento y la diferenciación cualitativa de la cosecha para la elaboración de vinos de producción limitada dirigidos a un mercado exclusivo. Por lo tanto, la diversificación del mercado de vinos puede detonar cambio en la demanda de agua según las características deseadas en la producción de vid. Ante ésta situación, se registran dos vertientes: una enfocada a la conversión de variedades de temporal por variedades con mayor aceptación comercial que requieren el mismo uso intensivo de agua y otra que consiste en conservar y reactivar los viñedos con variedades de temporal y la aplicación de riegos de auxilio por goteo.

Palabras clave: productividad, relación beneficio costo, rendimiento y agua subterránea.

---

\* Director de tesis. Profesor investigador del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE). Email: [jherrera@cicese.mx](mailto:jherrera@cicese.mx)

\*\* Tesista. Maestría en Administración Integral del Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte (COLEF). Email: [agaeta@posgrado.colef.mx](mailto:agaeta@posgrado.colef.mx)

## INTRODUCCIÓN

El Valle de Guadalupe es un ecosistema de tipo mediterráneo único en México con un buen estado de conservación y una historia agrícola basada en el cultivo de la vid que ha dado origen al desarrollo de la agroindustria del vino de mesa. La agroindustria del vino presenta fuertes vínculos e interdependencia entre sus dos componentes básicos: la producción de vid en campo y su procesamiento en fábrica, debido a que en la elaboración de vinos solo se utiliza uva cosechada en los viñedos de la zona. De ésta manera, los niveles de productividad en campo afectan considerablemente a todo el sistema agroindustrial. No obstante su importancia, no se han realizado estudios que evalúen la productividad de la vid bajo condiciones de riego y su relación con el suministro de agua para la ciudad de Ensenada dada su creciente demanda y la condición de escasez del recurso en la zona.

En el período 1994 -2004 la superficie sembrada de vid bajo riego en dicho Valle registró un aumento del 50% al pasar de 1356 ha en 1994 a 2028 en el 2004. Asimismo, para el período 1921 -2000, la ciudad de Ensenada presentó una tasa de crecimiento medio anual del 6.1% al pasar de 2178 habitantes en 1921 a 223,492 en el año 2000 y según estimaciones de CONAPO, la población pasará a 415,356 habitantes en el 2030. El desarrollo de este complejo agrícola, urbano e industrial se traduce en un incremento continuo en la demanda de agua, tanto para la ciudad de Ensenada como para la agroindustria del vino. Debido a lo anterior, la conservación de los recursos hídricos en el Valle plantea las dificultades inherentes a un recurso natural que bajo ciertas circunstancias puede considerarse no renovable si las tasas de utilización exceden a las tasas de regeneración.

Éste trabajo evalúa la productividad de la vid definida como la capacidad del agroecosistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios representada en términos de valor (ganancias) y volumen (rendimientos), a través de indicadores de eficiencia económica como la relación beneficio costo en función del aprovechamiento del agua subterránea y la compara con la productividad de la vid bajo condiciones de temporal en Baja California en el período 1994 – 2004.

Para ello, se construyó una base de datos con información básica del sector vitícola como la superficie sembrada, superficie cosechada, producción, rendimiento, valor de la producción y costos de producción; con información de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) delegación Ensenada.

Asimismo, se analiza el comportamiento de la balanza comercial de vinos de México en el periodo 1986 -2004 en términos de valor y volumen y su relación con el crecimiento de dicha agroindustria en el Valle. La balanza comercial se construyó con información del módulo FAOSTAT, TradeSTAT de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), que contiene datos sobre el comercio agrícola de 1986 -2004.

Para entender la dinámica de extracción y recarga en el acuífero en términos sociales se analizó la dinámica demográfica de las localidades de Ensenada y Francisco Zarco (Valle de Guadalupe) por ser éstas las usuarias directas del agua del acuífero. Para ello, se utilizaron los Censos de Población y Vivienda de 1921 al 2000 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y las proyecciones de población por localidad para la ciudad de Ensenada 2000-2030 del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Los resultados indican que la productividad de la vid bajo condiciones de riego en el Valle de Guadalupe ha disminuido 51.2% en términos de volumen al pasar de 12 ton/ha en 1994 a 6 ton/ha en el 2004, mientras que la productividad en términos de valor registró un incremento del 74.08% al pasar de \$2,677.00/ton en 1994 a \$4,660.00 en el 2004 a una tasa anual de 5%. En lo que respecta a temporal para Baja California, la productividad en términos de volumen registró una disminución del 40%, al pasar de 2.1 ton/ha en 1994 a 1.2 ton/ha en el 2004, mientras tanto, la productividad en términos de valor, registró un incremento del 24% al pasar de \$2,650.00 en 1994 a \$3,299.00 en el 2004 a una tasa anual del 2%. En éste sentido, la relación beneficio costo promedio para el período de estudio es igual a 2 para ambas modalidades, por lo que la única diferencia se debe al monto de la inversión. En cinco de los once años del período de estudio, ésta relación es mayor para la producción bajo temporal presentando el cociente más importante en 1997 debido a la presencia de lluvias extraordinarias.

Se concluye que la diversificación del mercado de vinos puede detonar cambio en la demanda de agua según las características deseadas en la producción de vid. Ante ésta situación, se registran dos vertientes: una enfocada a la conversión de variedades de temporal por variedades con mayor aceptación comercial que requieren el mismo uso intensivo de agua y otra que consiste en conservar y reactivar los viñedos con variedades de temporal y la aplicación de riegos de auxilio por goteo.



La productividad de la vid bajo condiciones de riego en el Valle de Guadalupe está en función de la disminución controlada del rendimiento por hectárea y el incremento en la calidad de la vid cosechada. Mientras que la productividad de la vid bajo condiciones de temporal en Baja California está en función de la aplicación de riegos de auxilio, el incremento en el rendimiento y la diferenciación cualitativa de la cosecha para la elaboración de vinos de producción limitada dirigidos a un mercado exclusivo.

El cuerpo de la tesis esta formado de cuatro capítulos, el primero enuncia el marco teórico metodológico en que se basa la investigación; el segundo hace referencia a los antecedentes del área de estudio; el capítulo tres muestra los resultados de la evaluación de la productividad; el capítulo cuatro presenta la discusión de resultados y por último se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

### **Planteamiento del problema**

El incremento en la superficie sembrada de vid bajo condiciones de riego en el Valle de Guadalupe en el marco del cluster vitivinícola propuesto por el gobierno de Baja California e industriales de la zona y el acelerado crecimiento poblacional de la ciudad de Ensenada se traduce en un incremento continuo en la demanda de agua. Entre la creciente demanda de agua y la condición de escasez del recurso; la agroindustria del vino en el Valle de Guadalupe se ve amenazada, por lo que, de continuar con las tendencias actuales, se avizora un conflicto de intereses por el recurso, lo cual hace necesario plantear su conservación en un marco de desarrollo sustentable.

*¿Cómo ha impactado la extracción de agua para la ciudad de Ensenada al desarrollo de la vitivinicultura en el Valle de Guadalupe?*

*¿Cómo impacta el aprovechamiento de agua subterránea a la productividad de la vid en el Valle de Guadalupe?*

*¿Qué factores determinan la productividad de la vid bajo condiciones de riego y temporal y que perspectivas presenta?*

## **Justificación**

El acuífero del Valle de Guadalupe contribuye con el 50% de la oferta de agua para uso público urbano de la ciudad de Ensenada así como el agua de consumo doméstico y agroindustrial de dicho Valle. La agroindustria del vino estatal representa un valor anual aproximado de 137 millones de dólares y se compone de 13 empresas, de las cuales, 7 se localizan en el Valle de Guadalupe y proveen de empleo temporal a más de 1500 personas en la época de la vendimia (cosecha).

Actualmente, Baja California realiza el 90% de las exportaciones totales de vinos de mesa y este sector presenta un crecimiento continuo respaldado por la calidad alcanzada en los vinos producidos y los 120 premios internacionales y concursos que las bebidas nacionales han ganado en países reconocidos en la materia como Inglaterra, Francia, Estados Unidos y Canadá.

La importancia de la agroindustria del vino parte de que es una actividad geográficamente localizada e integrada a su medio ambiente que ha logrado colocarse en nichos de mercado de calidad a base de productos con alto valor agregado y un crecimiento sostenido. Debido a lo anterior, ésta actividad representa un factor de desarrollo local. Sin embargo, su crecimiento se ve amenazado ante la condición de escasez de agua y el acelerado crecimiento poblacional de la zona. Por ello, éste trabajo contribuirá con información sobre los efectos sociales y económicos de la explotación del acuífero, y su relación con los niveles de productividad de la vid (fase de campo de la agroindustria) bajo condiciones de riego en el Valle de Guadalupe y bajo condiciones de temporal en Baja California.

## **Objetivos**

El objetivo general de esta investigación es: evaluar la productividad de la vid en el Valle de Guadalupe bajo condiciones de riego en función del aprovechamiento del agua subterránea y compararla con la productividad de la vid en condiciones de temporal. Para ello, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1) Describir el proceso histórico de recarga y descarga del acuífero del Valle de Guadalupe.

2) Identificar los principales usos del agua y sus tendencias así como el marco legal en materia de usos de agua subterránea.

3) Describir la evolución de variables básicas del sector vitícola como la superficie sembrada, superficie cosechada y producción bajo riego en el Valle de Guadalupe y bajo condiciones de riego y temporal en Baja California para el período 1994 -2004.

4) Determinar la relación beneficio costo de la producción de vid bajo riego en el Valle de Guadalupe y bajo temporal para Baja California durante el período 1994 -2004.

## **Hipótesis**

La agroindustria del vino se ve amenazada por el aumento en la demanda de agua de la ciudad de Ensenada debido a la condición de escasez del recurso y a la alta dependencia de la ciudad para satisfacer su demanda por fuentes externas como el acuífero del Valle de Guadalupe.

La productividad de la vid en el Valle de Guadalupe está en función del aprovechamiento de agua subterránea del acuífero de dicho Valle, por lo tanto el crecimiento de la agroindustria del vino está en función de la disponibilidad del recurso.

## CAPITULO 1

### MARCO TEÓRICO –METODOLÓGICO

#### 1.1. Marco teórico

Al considerarse el agua como un recurso renovable y a la vez limitado, su conservación puede ser abordada desde el enfoque del desarrollo sustentable. La sustentabilidad de los recursos hídricos plantea las dificultades inherentes a un recurso natural que bajo ciertas circunstancias puede considerarse no renovable. Los recursos naturales no se agotan si la explotación se mantiene dentro de los límites que establece su regeneración natural, esto es, que las tasas de utilización no excedan sus tasas de regeneración, (Meadows, Meadows y Randers, 1992). Una manera en que una sociedad puede comprometer su capacidad de satisfacer las necesidades futuras de sus miembros es explotando en exceso sus recursos, por ello es preciso definir el máximo rendimiento sostenible que se puede lograr después de haber considerado los efectos que la explotación del recurso tendrá sobre el sistema del cual forma parte (Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo, 1989).

Por las particularidades de disponibilidad de infraestructura y recursos, hay regiones que dependen del establecimiento de actividades productivas especializadas acordes a esas condiciones, esto con el fin de poder mantener sus niveles de desarrollo. Tales actividades a su vez, requieren asegurarse de una disponibilidad de capital para su financiamiento. Según Turner et al., (1992), si consideramos a los recursos naturales como “capital natural”, es necesaria su conservación para garantizar el proceso normal de desarrollo, entendido este como una mejora cualitativa en los niveles de bienestar social (Meadows, Meadows y Randers, 1992).

La sustentabilidad del agua subterránea está definida por el concepto de caudal perenne o seguro, el cual se basa en la Ley de la Conservación: “la materia ni la energía se crean o se destruyen, solamente se transforman”. De ésta manera, en un período de tiempo determinado de un sistema de almacenamiento están sujetos a las variaciones que se produzcan dentro del propio sistema (Dunne y Leopold, 1978). Asimismo, la Ley de Aguas Nacionales establece que la sustentabilidad de los recursos hídricos es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el

aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras.

Aunque el concepto caudal perenne involucra aspectos legales y económicos, además de las cuestiones hidrológicas, y por ello no se puede llegar a un consenso sobre su interpretación, se considera oportuno para efectos de este trabajo, retomar los aspectos físicos del caudal seguro y el balance hídrico. La diferencia entre entradas y salidas en el sistema del acuífero es igual al cambio de almacenamiento de un volumen considerado (CNA, 2002).

Opuesto al concepto de caudal perenne está el de sobreexplotación. A decir de Custodio (1989), la sobreexplotación puede ser solamente estacional y aun localizada, incluso puede ser convenientemente manejada si las necesidades del desarrollo justifican excederse en las extracciones en tanto se desarrollen las obras alternativas de abastecimiento de agua en determinada zona. De esta manera, la sobreexplotación estaría en función de una ausencia de planeación para las extracciones.

En lo que se refiere a agricultura sustentable, Masera (1999), la define como “la habilidad de un sistema de mantener la productividad aun cuando sea sometido a “estreses o perturbaciones”, Hansen (1996), caracteriza diversos tipos de definiciones donde la agricultura sustentable se puede ver como un marco ideológico, estrategias o como la habilidad de mantener ciertas propiedades a lo largo del tiempo. De esta manera, en casi todas las definiciones se mencionan elementos como: mejoramiento y conservación de la fertilidad y de la productividad, con estrategias de manejo (insumos de bajo costo, etc.). Altieri (1994) se refiere a la agricultura sustentable como “un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema”.

## **1.2. Metodología**

Para entender la dinámica de extracción y recarga del acuífero en términos sociales se analizó la dinámica demográfica de las localidades de Ensenada y Francisco Zarco (Valle de Guadalupe) por ser éstas las usuarias directas del agua del acuífero. Para ello, se utilizaron los Censos de Población y Vivienda de 1921 al 2000 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (presentados en los anexos 1 y 2) y las proyecciones de

población por localidad para la ciudad de Ensenada 2000-2030 del Consejo Nacional de Población (CONAPO)<sup>1</sup>.

Los datos sobre el consumo público urbano de agua fueron proporcionados por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE, 2006) y se consideró una capacidad constante de abastecimiento de 0.649 m<sup>3</sup> por segundo de las fuentes de suministro actuales y un consumo de 184.7 l/día/hab según recomendaciones de Ramírez (2005). Con base en ello y las proyecciones de población de CONAPO, se generó la demanda de agua esperada de la ciudad de Ensenada. Anexo 3.

Los volúmenes recarga y descarga del acuífero fueron obtenidos del Modelo de Simulación Hidrodinámica del Acuífero del Valle de Guadalupe de CNA (2004). Se utilizó la serie 1948 -1998. Con esta serie se estimó los años 1999 -2004 a través del método: Maximum Likelihood y el programa ITSM. Para éste trabajo, sólo se utilizaron los volúmenes de 1980 -2004. Anexos 4 y 5.

Para el análisis de la evolución del sector vitícola bajo condiciones de riego en el Valle de Guadalupe y bajo condiciones de riego y temporal en Baja California, se utilizó información básica del sector para el período 1994 -2004. La información utilizada fue la superficie sembrada, superficie cosechada, valor de la producción y costos de producción anuales a precios corrientes. Anexos 10, 11 y 12.

La viticultura bajo condiciones de riego se refiere al número de hectáreas cultivadas que reciben una lámina de riego por goteo de 0.75 m según recomendaciones técnicas del Instituto de Investigaciones Agrícolas y Forestales (INIFAP, 1986). La superficie bajo condiciones de temporal se refiere al número de hectáreas cultivadas que no reciben agua en su proceso de producción.

La superficie sembrada se refiere al número de hectáreas dedicadas al cultivo de vid. con base en los datos del período 1994 -2004, se estimó la superficie sembrada para el 2005, 2006 y 2007 para el Valle de Guadalupe y se usó la serie 1980 -2004 para estimar la

---

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Población. Proyecciones municipales y por localidad 2000 -2030. Para esta proyección el CONAPO consideró las localidades que tienen 15000 habitantes o más.

Consultada en: <http://www.conapo.gob.mx>

superficie sembrada (2005 -2007) para Baja California bajo condiciones de riego y temporal. La estimación se realizó mediante regresión lineal. Anexos 15, 16 y 17.

La superficie cosechada se refiere al número de hectáreas cultivadas con vid que presentan producción según el ciclo agrícola de que se trate.

El valor de la producción a precios corrientes expresa el volumen de producción de la vid a los precios vigentes en los años del período señalado.

Los costos de producción por hectárea bajo condiciones de riego se refieren a los gastos en que incurre el productor en el proceso productivo: poda, riegos, fertilización, control de plagas y enfermedades, cosecha, mano de obra y asistencia técnica. Los costos de producción bajo condiciones de temporal incluyen: poda, fertilización, control de plagas y enfermedades y cosecha. Esta información fue proporcionada por la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) delegación Ensenada con base en el paquete tecnológico INIFAP (1998). Anexo 6.

La productividad está representada en términos de valor (ganancias) y volumen (rendimientos), para el período 1994 -2004 a través de la relación beneficio costo (b/c). La relación b/c expresa los beneficios obtenidos por unidad monetaria total invertida durante la vida útil del proyecto; si el valor es menor que uno, indicará que la corriente de costos actualizados es mayor que la corriente de beneficios y por tanto la diferencia (b/c -1), cuyo valor será negativo, indicará las pérdidas por unidad monetaria invertida y viceversa, cuando la b/c es mayor que uno, indicará la diferencia (b/c -1), cuyo valor será positivo, indicará la utilidad por unidad monetaria invertida: (CEPEP, 2000 Y Muñante, 2000). Está dada por la expresión matemática siguiente:

$$B / C = \frac{\sum_{t=1}^T Bt}{\sum_{t=1}^T Ct} \dots\dots\dots(1)$$

Donde: Bt = Beneficios totales/ (Ha.) y,

Ct = Costos totales/ (Ha.).

Como paso previo para evaluar la productividad en términos de la relación beneficio costo, es necesario expresar los volúmenes de producción en unidades homogéneas. Este procedimiento consiste en valorizar la producción a precios constantes.

La valorización de la producción a precios constantes es un procedimiento que consiste en expresar los volúmenes de la producción a los precios registrados en un año determinado al que se denomina año base. Los resultados obtenidos a valores constantes, reflejan los cambios que se producen anualmente en las cantidades, al haberse eliminado las variaciones que ocurren en los precios. Un problema fundamental que se presenta en este procedimiento, es la selección del año considerado como base. En este contexto, el valor y los costos de producción fueron actualizados a precios constantes con el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC)<sup>2</sup> Base 2003 con información del Banco de México. El INPC deflactado se presenta en la columna 3 de los anexos 7, 8 y 9.

Para medir la variación de las variables a lo largo del período, se calcularon las tasas de crecimiento (TC) y las tasas de crecimiento medio anual (TCMA) utilizadas por el Instituto de Información Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2000):

$$TC = \text{Tasa de crecimiento} = \left( \frac{V_f - V_i}{V_i} \right) (100) \dots\dots\dots (2)$$

$$TCMA = \text{Tasa de crecimiento medio anual} = \left( \frac{V_f}{V_i} \right)^{\frac{1}{n-1}} (100) \dots\dots\dots (3)$$

Donde: Vf = Valor al final del período;

Vi = Valor al inicio del período; n = Número de años

Para medir los cambios en el valor constante promedio que genera una hectárea de superficie cosechada de vid en el Valle de Guadalupe y bajo condiciones de riego y temporal en Baja California, se calculó el Índice de Rendimiento por Hectárea (IRH). Este índice se

---

<sup>2</sup> INPC. El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) es un conjunto de indicadores de precios. Su finalidad es la de proporcionar mediciones sobre la variación de los precios de una canasta fija de bienes y servicios representativa de la producción nacional. El Precio al productor se define como la cantidad de dinero recibida por el productor por parte del comprador, por cada unidad de un bien o servicio generado como producción, sin incluir el Impuesto al Valor Agregado (IVA) u otro tipo de impuestos facturados al comprador. Banco de México, Diciembre de 2003.



refiere al valor a precios constantes generado por hectárea cosechada. Para calcular el IRH, se requiere de la superficie cosechada y del valor de la producción a precios constantes por hectárea cosechada para el período de estudio. Se divide el valor de la superficie cosechada a precios constantes de un año cualquiera entre el valor de la producción por hectárea cosechada a precios constantes correspondientes al año 2003, que es el año base y el resultado se multiplica por 100 para hacerlo índice (SAGARPA, 2003).

El método puede expresarse a través de la siguiente fórmula:

$$IRH = \frac{VP / Ha. cosechada(n)}{VP / Ha. cosechada(2003)} (100) \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

VP/ (Ha.) cosechada = valor de la producción/ (Ha.) cosechada a precios constantes del año (n).

VP/ (Ha.) cosechada de 2003 = Valor de la producción/ (Ha.) cosechada a precios constantes correspondientes al año 2003.

Para evaluar la dinámica comercial de los vinos de mesa de México, se analizó la balanza comercial para el período 1986 -2004. La balanza comercial de vinos se obtuvo del módulo FAOSTAT, TradeSTAT<sup>3</sup> de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), que contiene datos sobre el comercio agrícola de 1986 -2004. El Volumen de exportaciones e importaciones está expresado en toneladas métricas y el valor de la transacción en dólares estadounidenses. Para valorizar la balanza a pesos mexicanos, se utilizó la serie “Tipo de cambio por dólar de E.U.A. para solventar obligaciones denominadas en moneda extranjera de 1960 al 2006 del Banco de México y el INPC Base 2003. La serie “Tipo de cambio por dólar de E.U.A. Anexo 13. Las tasas de crecimiento por período se presentan en el anexo 14.

---

<sup>3</sup> Los vinos de mesa se encuentran catalogados en el capítulo 22 de bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre; partida 2204 y Subpartida 22041, vinos de uva en recipientes con capacidad inferior o igual a 2 litros. Sistema de Información Arancelaria vía internet. Consultado en:

http: <http://www.economia-snci.gob.mx:8080/siaviWeb/siaviMain.jsp>

## CAPITULO 2

### ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 2.1. Medio Físico

##### 2.1.1. Localización

El acuífero en estudio ocupa en su totalidad el Valle de Guadalupe. La geometría del valle presenta una forma alargada con orientación noreste a suroeste. Dicha superficie está comprendida por las coordenadas geográficas  $32^{\circ} 07'$  a  $32^{\circ} 02'$  de latitud norte y  $116^{\circ} 28'$  a  $116^{\circ} 47'$  de longitud oeste (Andrade, 1997).

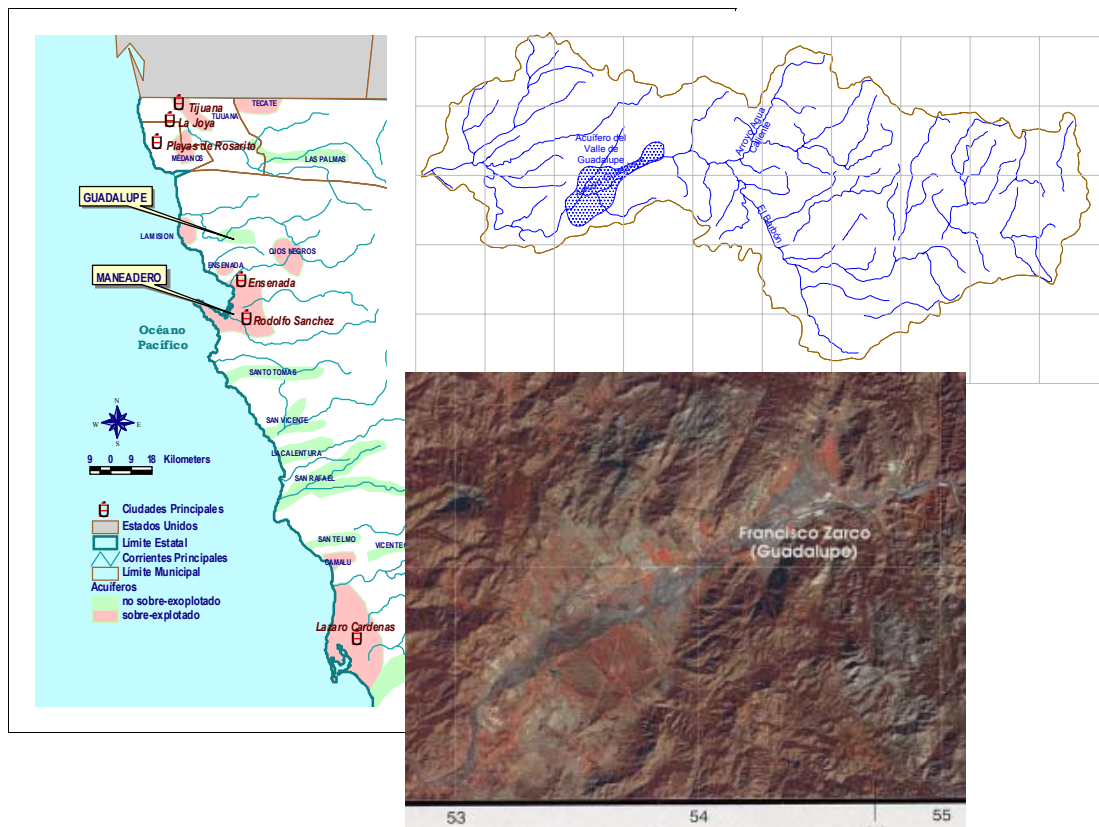
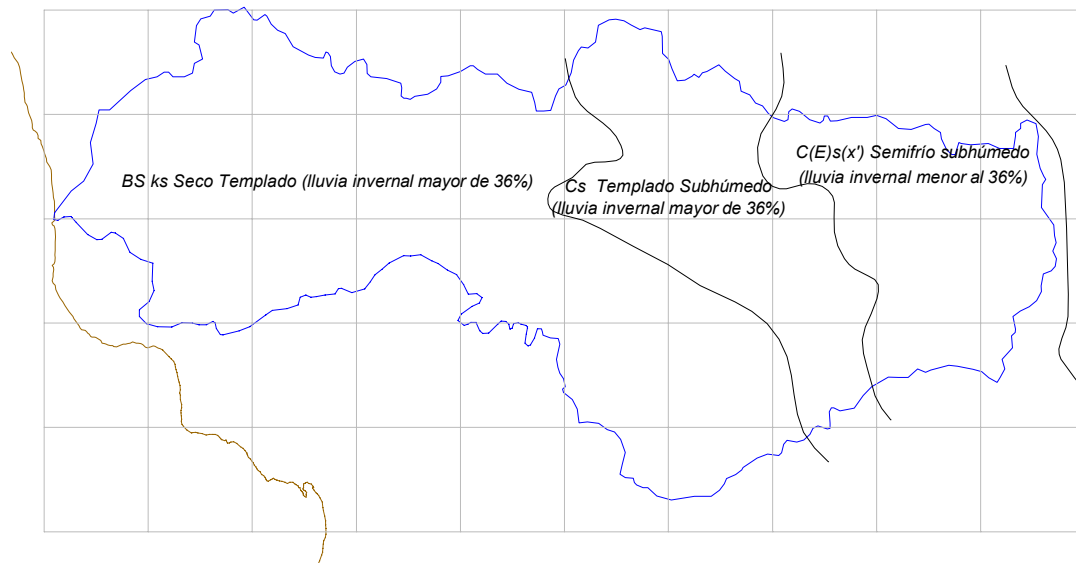


Figura 2.1. Localización del Acuífero del Valle de Guadalupe (CNA, 2004)

### 2.1.2. Clima

Considerando el sistema de clasificación Koeppen modificado por Enriqueta García (1964 -1968) y adaptado a las condiciones climáticas de la República Mexicana, la CNA (2001), establece que en el Valle de Guadalupe el clima es semiárido: más árido y cálido hacia las sierras circundantes y más húmedas hacia el Oeste. En las partes con topografía alta y media de la cuenca es de tipo “BS ks”, con lluvia invernal mayor al 36%.



**Figura 2.2. Distribución de climas en el Valle de Guadalupe, (CNA, 2004).**

La diversidad del clima se debe en gran medida por la ocurrencia de vientos frescos que penetran al continente con dirección hacia el noreste. Son vientos moderadamente cargados de humedad, de modo que no producen lluvias abundantes, excepto en las zonas más altas de la cuenca con alturas mayores a los 1,500 msnm, donde las temperaturas medias anuales son menores a 12 °C (CNA, 2004). Las temperaturas máximas se presentan de julio a septiembre con valores de 39 °C a 45 °C y las temperaturas mínimas extremas, oscilan de -13 °C a -14 °C, presentándose en las áreas montañosas y al oriente del valle. La temperatura media anual varía de 15 °C a 18 °C, con una evaporación desde 88 mm/año hasta 570 mm/año (CNA, 2001).

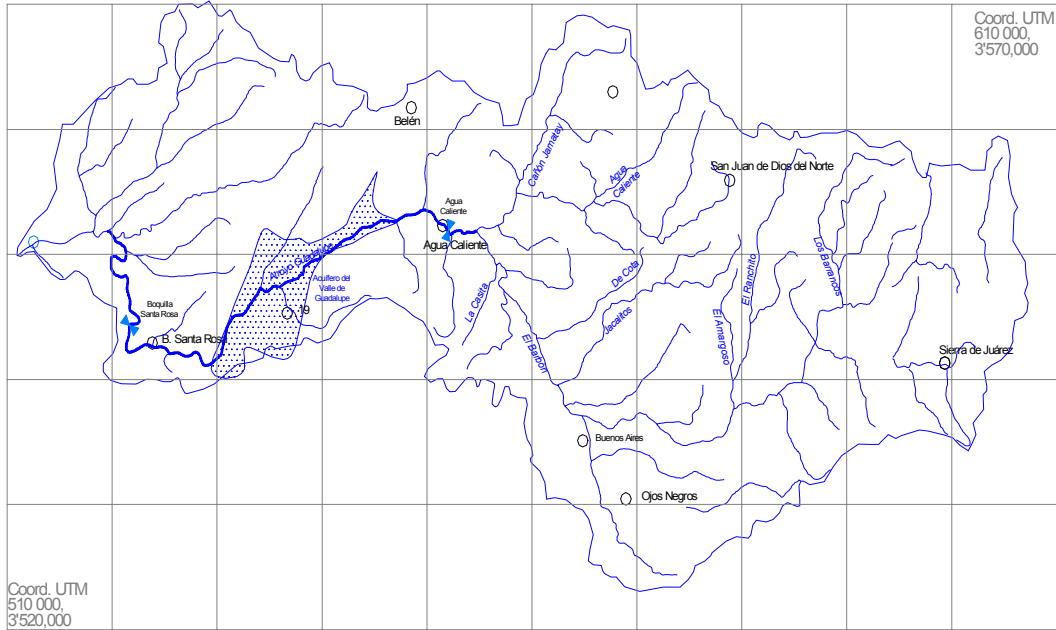
### **2.1.3. Precipitación**

Según estudios de CNA (2004), los registros pluviométricos de la región presentan dos períodos con distinta tendencia: el primero, de 1940 -1978, en el cual la precipitación equivale a un 60% de la observada durante el segundo período, 1979 -1998. Por lo que el primer período se considera de sequía prolongada y el segundo de lluvias extraordinarias. El comportamiento en el escurrimiento muestra una diferencia mayor que la precipitación, ya que en el primer período el escurrimiento resulta casi 18 veces menor que en el segundo.

Resulta de gran importancia la prolongada variabilidad de la precipitación registrada en esta zona, pues hasta 1977, la precipitación promedio fue del orden de 241 mm, mientras que en las dos décadas siguientes (1978 – 1998) se registró un promedio anual de 397 mm. De este modo, los períodos secos y húmedos, generan incertidumbre de la precipitación en el futuro, que ante las condiciones actuales de extracción, ofrece escenarios de abundancia o de sobreexplotación.

### **2.1.4. Hidrología superficial**

La subcuenca tiene un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%, con dirección del flujo claramente hacia la costa (CNA, 1994). El arroyo Guadalupe, tiene una longitud de 115 kilómetros desde su nacimiento hasta su desembocadura al Océano Pacífico. Este se ha definido como una corriente intermitente a la que se le agregan escurrimientos de: El Barbón, Los Barrancos, El Ranchito, Jacalitos, Agua Caliente, El Cañón de Jamatay, Cañón del Burro y Agua Escondida. La corriente principal que cruza la zona de interés es el Arroyo El Barbón que nace en las estribaciones de la Sierra Juárez, considerándose importante ya que dentro de su cuenca se presentan las mayores precipitaciones y escurrimientos tributarios, provenientes de los Arroyos Jamatay y Las Bellotas (CNA, 2001).



**Figura 2.3. Rasgos de Hidrología Superficial. Tomado de CNA (2004).**

En la subcuenca hay dos estaciones hidrométricas. Una en la Boquilla Santa Rosa y otra en Agua Caliente. Esta última se localiza sobre el cauce del arroyo a dos kilómetros aguas arriba de la confluencia de los arroyos Guadalupe y Río Guadalupe. En esta estación en 1982 se registraron  $33.5 \text{ Mm}^3$  de escurrimiento y en 1993,  $29.7 \text{ Mm}^3$  (CNA, 2004). La disponibilidad de agua superficial en la cuenca es escasa debido a la baja precipitación y a las características de alta permeabilidad de los materiales que conforman el Valle (Leyva et al 2004).

El sistema de drenaje es tal que el arroyo el Barbón recibe aportaciones de los arroyos Agua Caliente y Jamatay. El Río Guadalupe a partir de su origen recorre 20 km con dirección suroeste, cambiando paulatinamente su dirección en una amplia curva al oeste-suroeste a la altura de los Ejidos Francisco Zarco y El Porvenir. A partir de este lugar discurre en una zona plana correspondiente al Valle de Guadalupe, donde sus escurrimientos son aprovechados para uso agrícola, industrial y conducción parcial a la ciudad de Ensenada. Cuenca abajo su régimen se torna intermitente y su escurrimiento es a través de una serie de rápidos que se comunican con la boca de La Misión (Andrade, 1998).

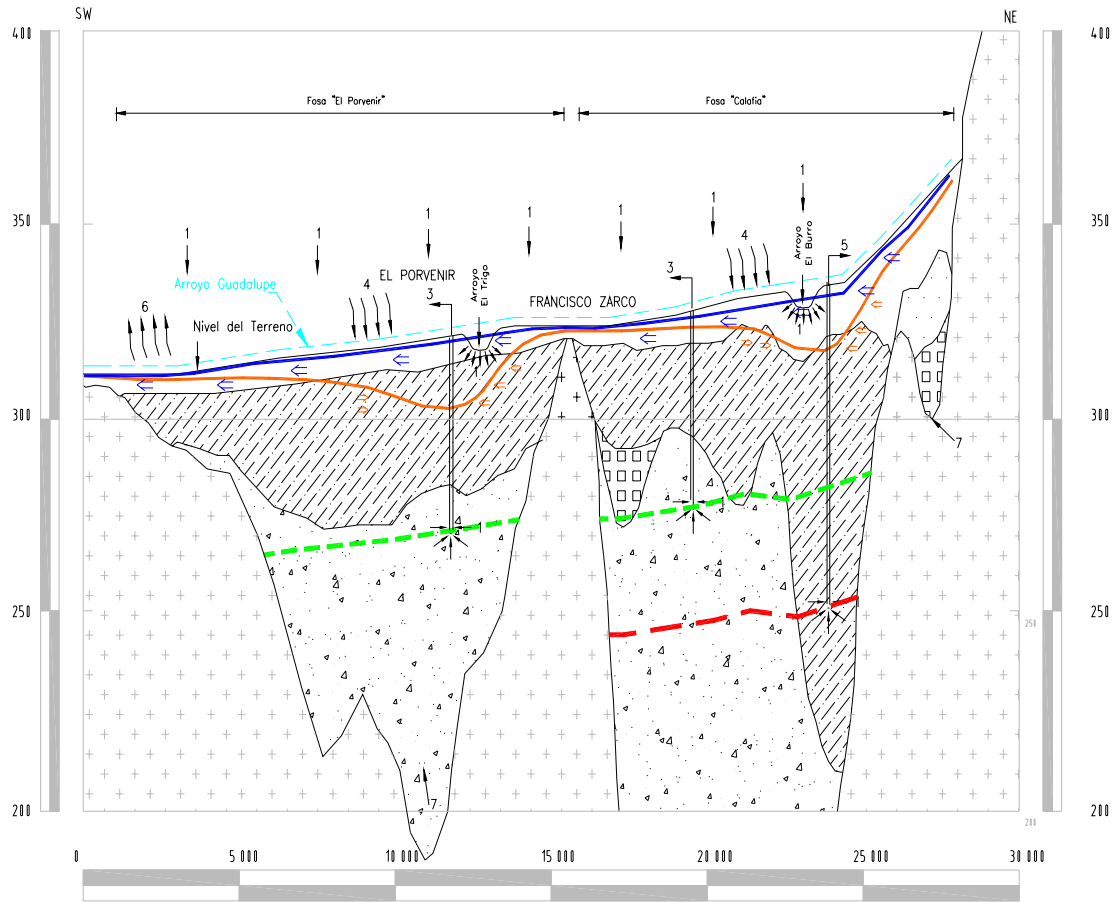
## 2.2. Características del acuífero

La figura 2.4 describe un acuífero de tipo libre, formado en su mayor parte por gravas y arenas de tamaño variable; limos y arcillas en menor proporción (CNA, 2004). Geológicamente es resultado de un fallamiento normal que generó dos depresiones continuas; la primera llamada Calafia, de mayor profundidad; y la segunda, El Porvenir, de mayor amplitud (CNA, 2001).

Según Andrade (1998), la fosa tectónica de la Zona Calafia adopta una forma geométrica triangular que acusa una profundidad máxima aparente con una altura del terreno de seis metros respecto al nivel medio del mar. El mayor grosor de sedimentos de la fosa alcanza los 350 metros. Horizontalmente se observa una configuración triangular en el borde superior, cambiando a una forma oval a medida que profundiza con una dirección preferencial noreste –suroeste en las proximidades al poblado de Francisco Zarco. Considerando su ubicación próxima a la fuente alimentaria de agua, su engrosamiento y constitución granulométrica de relleno es atractiva como fuente de explotación hídrica sustentable teóricamente. Cabe destacar que la profundidad de la mayoría de los pozos del área son someros, excepto algunos aprovechamientos de 130, 141 y 200 metros. En lo que respecta a la depresión formada en la zona El Porvenir se observa un espesor aparente de materiales granulares no clasificados ligeramente mayor de 100 metros, acusando una profundidad máxima aparente de 220 metros con respecto al nivel del mar. Ver figura 2.4.

Cabe destacar que el término aparente deriva de la fuente por la cual Andrade obtuvo los grosores de sedimentos, fue a través de exploración geofísica vía métodos indirectos, es decir, no se tienen perforaciones que detecten esos espesores.

Andrade (1998), estima una capacidad de almacenamiento de ambas fosas de 160 Mm<sup>3</sup>, correspondiendo 83.6 Mm<sup>3</sup> a la Fosa Calafia, y los 76.4 Mm<sup>3</sup> a la Fosa el Porvenir. Esto considerando para la Fosa Calafia: un coeficiente de almacenamiento equivalente a 0.10 en los primeros 80 metros de espesor y 0.050 en los restantes. En el caso de la Fosa el Porvenir: 0.10 para los primeros 60 metros y 0.050 para los restantes.



M O D E L O C O N C E P T U A L

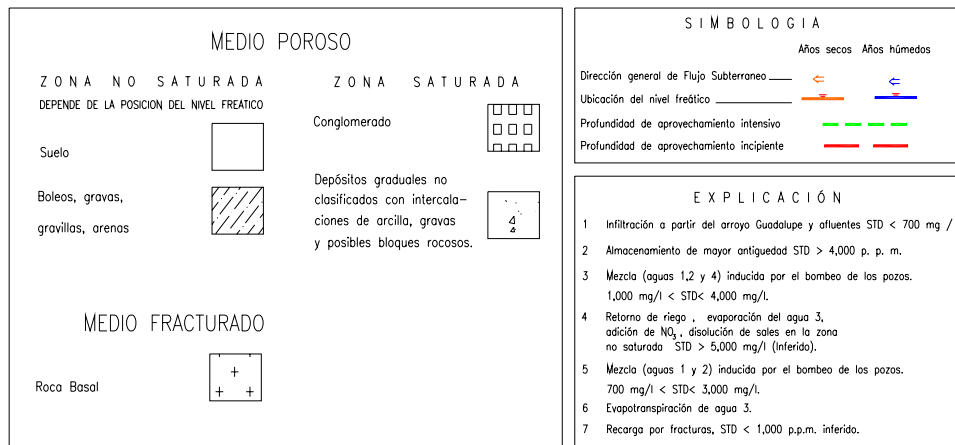


Figura 2.4. Modelo de funcionamiento hidrodinámico del acuífero del Valle de Guadalupe: Fosas Calafia y El Porvenir (CNA, 2002).

Se han definido tres unidades geohidrológicas de acuerdo con las condiciones de permeabilidad: unidad permeable, unidad semipermeable y unidad impermeable. La unidad permeable está constituida por depósitos fluviales de material granular no consolidado, como gravas y arenas presentando alta permeabilidad; la unidad semipermeable, esta constituida por areniscas y conglomerados de baja permeabilidad y, la unidad impermeable se compone de rocas metamórficas e ígneas intrusivas, granitos y granodioritas, así como derrames y tobas de composición riolítica (CNA, 2001). La magnitud de la transmisividad hidráulica (T) varía de 30 a 4500 m<sup>2</sup>/día, lo cual indica que es entre baja y muy alta. Esto conforme a la clasificación de Villanueva (1984). Lo anterior indica que la respuesta del acuífero al movimiento del agua no es homogéneo, asimismo que el impacto del bombeo es diferencial, es decir, para un mismo gasto, en los lugares de transmisividad baja, los descensos son mayores que en los lugares de transmisividad alta.

### **2.2.1. Aprovechamientos hidráulicos**

En la tabla 2.1, se describe la evolución de los aprovechamientos hidráulicos en el valle de Guadalupe. Las extracciones iniciaron en 1946 con el anteproyecto del Sistema de Riego del Valle de Guadalupe. Según Saldívar (1946), en ese entonces se cultivaban alrededor de 4,000 hectáreas, todas de temporal, excepto 100 hectáreas de los solares de la colonia rusa, que se sembraban de chile y se irrigaban con agua de pozos abiertos para el abastecimiento de agua potable.

De esta manera, a partir de la intensificación de cultivos y de la creación de infraestructura de riego, comienza a darse un proceso de extracción de agua subterránea del acuífero del Valle, lo que ha provocado ciertas fluctuaciones en el nivel freático y la concentración de sales por aumento de sulfatos y cloruros (CNA, 1977). Según datos del censo de aprovechamientos superficiales y subterráneos para riego CNA (1998), en 1967 se reportaron 65 aprovechamientos activos, correspondientes a 45 pozos y 20 norias, con un potencial de extracción de 159 l.p.s. (litros por segundo).



**Tabla 2.1. Aprovechamientos de agua subterránea activos en el Valle de Guadalupe 1946 -2002**

Año	Tipo de aprovechamientos (Activos)			
	Pozos	Norias	Manantiales	Total
1946 <sup>a</sup>	2			2
1967 <sup>b</sup>	45	20		65
1977 <sup>c</sup>	181	112	2	295
<b>1985<sup>d</sup></b>	<b>Inicia batería de pozos CESPE</b>			<b>10</b>
1990 <sup>e</sup>	176	312	12	713
2002 <sup>f</sup>	148	297		445

Fuente: Elaboración propia con datos de:

<sup>a</sup> Saldívar Morales, Leonel, 1946

<sup>b</sup> SARH, 1977

<sup>c</sup> CNA, 1998

<sup>d</sup> Andrade Borbolla, Manuel, 1991

<sup>e</sup> Ibíd. d

<sup>f</sup> CNA, 2002

En 1977, el “Estudio Geohidrológico del Valle de Guadalupe, estado de Baja California Norte, se reportó la existencia de 295 obras, de las cuales 181 eran pozos, 112 norias y 2 manantiales, con una extracción total de 21.0 Mm<sup>3</sup>, y un abatimiento medio anual de 0.40 m (CNA, 1998).

A partir de 1985, la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE), instaló una batería de 10 pozos con una concesión de 200 l.p.s<sup>-1</sup>, con una extracción que varía de 250 a 350 l.p.s<sup>-1</sup>, equivalentes a 9.5 Mm<sup>3</sup> anuales (Badan et al, 2005; Andrade, 1991; CNA, 1998). Entre 1967 -1977 la infraestructura de aprovechamientos se incremento en 228 pozos y 2 manantiales, a pesar de que el 26 de marzo de 1962 se publica en el Diario Oficial de la Federación veda por tiempo indefinido para las aguas que alumbran el subsuelo en la zona que comprende la Cuenca del Río Guadalupe y el 15 de mayo de 1965, se establece en el Diario Oficial de la Federación veda por tiempo indefinido para el libre alumbramiento de las aguas del subsuelo en la zona que comprende todo el estado de Baja California, quedando incluido el acuífero de Guadalupe CNA (2002).

## 2.2.2. Disponibilidad de aguas subterránea

De acuerdo con la NOM-011-CNA-2001 se entiende por disponibilidad media anual de agua subterránea el volumen medio anual de agua que puede ser extraído de una unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas.

“Se denomina recarga al proceso por el que se incorpora a un acuífero agua procedente del exterior del mismo, igualmente se llama recarga al volumen de agua que penetra en el acuífero durante un intervalo de tiempo dado. El origen de la misma puede ser muy diverso: recarga difusa originada por agua meteórica; concentrada a partir de cauce o lagos; retorno de regadíos, pérdida de los sistemas de distribución agrícolas o urbanos; acuíferos vecinos; artificial” (Heredia, 2003). Las principales fuentes de descarga son: la extracción por bombeo, la evapotranspiración y el drenado del acuífero. En el caso del Valle de Guadalupe, no todos los aprovechamientos hidráulicos cuentan con medidores, por lo que la tabla 2.2, muestra los resultados de varios estudios realizados con base en métodos indirectos como caudal y tiempo de bombeo, superficie cultivada y láminas de riego principalmente.

**Tabla 2. 2. Extracciones y recarga históricas**

Año	Extracciones Mm <sup>3</sup>	Uso	Recarga Mm <sup>3</sup>	Balance (Mm <sup>3</sup> )
1977 <sup>a</sup>	21	Agrícola	18	-3
1982 <sup>b</sup>	12	Agrícola	18	+6
1991 <sup>c</sup>	X		21	
1997 <sup>d</sup>	25.183		24.27	+0.913
1998 <sup>e</sup>	19.9	Agrícola -urbano	X	Equilibrio dinámico
2002 <sup>f</sup>	19.93	Agrícola -urbano	23.87	+3.94
2005 <sup>g</sup>	24.50*	Agrícola -urbano	29.26*	+4.76

Fuente: Elaboración propia con datos de:

<sup>a</sup> CNA, 1977

<sup>b</sup> CNA, 1982.

<sup>c</sup> CNA, 1991.

<sup>d</sup> Andrade Borbolla, Manuel, 1997.

<sup>e</sup> CNA, 1998

<sup>f</sup> CNA, 2002

<sup>g</sup> CNA, 2004

\* Promedio anual del acuífero durante 1971 -1998.

### **2.2.2.1 Descarga**

En lo que respecta a las extracciones por bombeo, en 1977 se determinó una extracción de 21 Mm<sup>3</sup> para un total de 295 obras de aprovechamiento principalmente agrícola, por lo que se concluye que existe una sobreexplotación de 3 Mm<sup>3</sup>. Mientras tanto, en 1982, se determina una extracción de 12 Mm<sup>3</sup> para 180 aprovechamientos de uso agrícola en su mayoría, por lo que se recomienda incrementar la extracción, especialmente cerca del arroyo. Para 1998, se determinó un volumen extraído de 19.9 Mm<sup>3</sup> para 441 pozos, de los cuales 9.5 Mm<sup>3</sup> se destinan a uso público urbano y 10.4 Mm<sup>3</sup> para uso agrícola, asimismo, se recomienda establecer un criterio de aprovechamiento para que los volúmenes excedentes se destinen a uso público urbano. No obstante, al 30 de abril de 2000, el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) tenía registrado un volumen anual de 43.36 Mm<sup>3</sup>/año, comparado con una recarga total media anual de 23.87 Mm<sup>3</sup>, es decir, la disponibilidad media anual de agua subterránea es de 19.49 Mm<sup>3</sup>. Por lo tanto, a partir de 2002, la CNA declara que no existe volumen disponible para nuevas concesiones. Situación que genera escasez del recurso, conflictos entre los usuarios y diversos efectos perjudiciales. Por último, según CNA (2004), la descarga registró una magnitud de 24.50 Mm<sup>3</sup> al año (promedio 1971 -1998).

### **2.2.2.2 Recarga**

En 1977, la CNA determinó mediante un análisis de variación piezométrica una recarga vertical de 5.7 Mm<sup>3</sup>/año y una recarga total de 18 Mm<sup>3</sup> (CNA, 1977 y CNA, 1982). Estos datos indican un balance promedio negativo de 3 Mm<sup>3</sup>. En el estudio de actualización piezométrica y geoquímica del Valle (CNA, 1991), se determinó una recarga dinámica de 21 Mm<sup>3</sup>. Esto se obtuvo considerando dos higrógrafos y una serie de 500 registros piezométricos obtenidos en 1990 y registros de 1997. En el año 2002, el estudio de disponibilidad de agua en el Acuífero de Guadalupe, registró una recarga anual de 23.87 Mm<sup>3</sup>. Por último, en el Modelo de Simulación Hidrodinámica del Acuífero del Valle de Guadalupe, se determinó una recarga total promedio anual para el período 1971 -1998 de 29.14 Mm<sup>3</sup> y una extracción de 24.38 Mm<sup>3</sup>. La primera integrada por 10.38 Mm<sup>3</sup> de infiltración de aguas del arroyo sobre el Valle; 2.52 Mm<sup>3</sup> de infiltración de la lluvia de la cuenca propia; 5.36 Mm<sup>3</sup> de entradas horizontales a través del subálveo; 9.16 Mm<sup>3</sup> de infiltración originaria del medio fracturado y por último, la recarga inducida por la percolación del riego agrícola de 1.84 Mm<sup>3</sup>. Asimismo, si se compara la recarga

con la descarga, se aprecia que la mayor parte de los años, la descarga excede a la recarga, por lo cual se presentan períodos consecutivos de sobreexplotación, a excepción de los años que han presentado lluvias extraordinarias, mismos que pueden estar relacionados con la recuperación del nivel estático con respecto 1971.

### 2.2.3. Descripción histórica de los niveles estáticos

Los factores que influyen en el comportamiento del nivel estático se clasifican en dos tipos: internos y externos. Los primeros corresponden básicamente al clima; los segundos al ser humano (CNA, 2004). El nivel de terreno en la zona del acuífero presenta elevaciones desde 280 msnm a la salida hidrográfica hasta poco más de 450 msnm al noroeste del mismo. Éstas últimas corresponden a los aprovechamientos ubicados en las laderas de las sierras circundantes, sobre la formación granítica (CNA, 1977). En total, se identifican al menos diez campañas de piezometría con registros para más de 100 aprovechamientos; seis con más de doscientos y dos con más de trescientos.

**Tabla 2.3. Evolución histórica del nivel estático 1972 -1977**

Período	Evolución del nivel estático
Octubre 1972 –Agosto de 1973	Recuperación de 0.70 m
Agosto 1973 –Mayo de 1977	Abatimiento de 1.56 m
Mayo 1977 –Octubre de 1977	Abatimiento de 0.17 m
Abril de 1990 –Mayo de 1998	Recuperación de 0.55 m al año

Fuente: CNA, (2004).

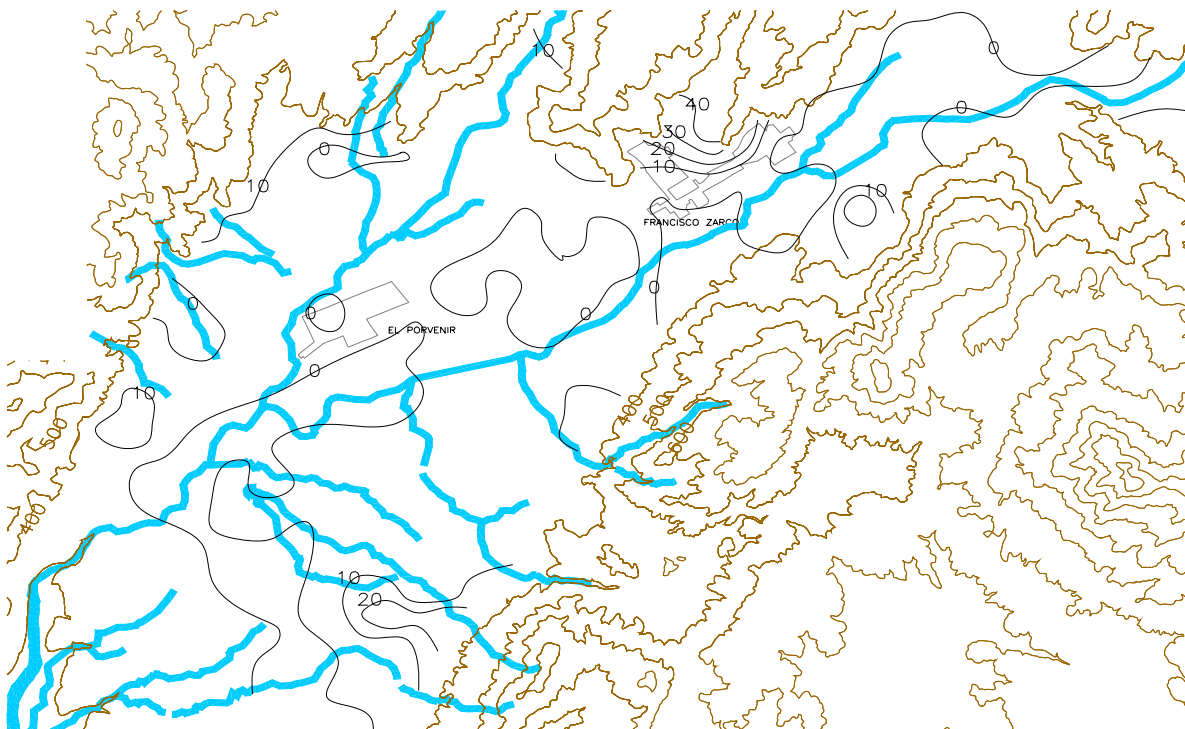
Según el estudio geohidrológico de CNA (1977), la profundidad del nivel estático varía de 1 a 30 metros, los niveles menos profundos se localizan en las márgenes del cauce del río y los más profundos en la parte alta del Valle. La evolución del nivel estático indica un abatimiento promedio en todo el Valle de 0.4 m/año, y en las áreas donde se han formado los conos de abatimiento existen evoluciones negativas en los vértices de -8.0 y -10.0 metros en el período de agosto de 1973 a octubre de 1977.

La configuración del nivel estático de 1973 refleja el efecto de una sequía prolongada que conjugado con ritmos de extracción anual inferiores a 8 Mm<sup>3</sup>, produjo conos de abatimiento con

profundidades de hasta 17 metros con respecto al terreno, que son los más acentuados hasta 1998 (CNA, 2004).

Con base en una campaña de piezometría realizada en 1990 por la CNA, se identificaron profundidades de 5 m a 14 m en al Fosa Calafia, con máximos de 20 m, 16, y 13 m; en tres depresiones, localizadas las primeras dos en la fosa Calafia y la última cerca de Francisco Zarco.

La figura 2.5 muestra abatimientos del nivel estático del período 1982 -1988 en los aprovechamientos cercanos a las poblaciones de Francisco Zarco y El Porvenir, mientras que hubo recuperaciones en las laderas de las sierras circundantes. Este fenómeno se atribuye a que la recarga ocurrida en los años de 1978 a 1981, ocurrió principalmente por el arroyo Guadalupe, ante avenidas torrenciales que recolectaron escurrimientos en toda el área de la cuenca hidrológica, mientras que en los años posteriores ocurrió a partir de un mayor porcentaje de infiltración pluvial, relacionado con lluvias de menor magnitud que las primeras, pero de mayor frecuencia e intensidad en la zona del Valle (CNA, 2004).



**Figura 2.5. Evolución del nivel estático de octubre de 1982 hasta 1998. (CNA, 2004).**

### 2.3. Calidad del agua subterránea

Entendemos por calidad del agua aquella condición de las concentraciones límite de las sustancias en el agua que indican alteraciones a los niveles aceptables en función del uso al que destina. El establecimiento de las condiciones límite varía en el tiempo y está en función i) el grado de desarrollo tecnológico para medir dichas sustancias y ii) el grado de conocimiento sobre el nivel de afectación a los contaminantes a la salud humana o al ambiente (Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C., 2003). Existe un número importante de factores que determinan la calidad del agua, tanto naturales como antropogénicos. De acuerdo a los datos obtenidos de CNA (2004), los principales mecanismos de salinización en el Valle de Guadalupe, son los efluentes relacionados con prácticas agrícolas (fertilizantes)<sup>4</sup>, la descarga de residuos de la industria de la uva y del uso público en el cauce del río Guadalupe; además de letrinas y fosas sépticas.

La calidad química del agua subterránea dada en relación a la cantidad de sólidos totales disueltos en partes por millón (ppm) varía de 1258 a 2013 ppm y un promedio de 1510 ppm entre 1973 a 1990. El año en que se registra una mayor concentración es 1997 con 2013 ppm. Las concentraciones menores se registraron en 1983 con una concentración de 1205 ppm CNA (2004).

La tabla 2.4 muestra los iones y cationes encontrados en el agua y su nivel de concentración en ppm por periodo. La concentración de calcio (Ca) se mantuvo en un promedio de 104 p.p.m., presentando mayor concentración en 1990 con 144 ppm, en lo que respecta a magnesio (Mg) se mantuvo en un promedio de 82 ppm, presentando una mayor concentración en 1977 con 97 ppm. El sodio (Na) se concentra debido a la evaporación de agua de mar, es un constituyente del agua de lluvia y en las cuencas endorreicas de las zonas desérticas. También puede proceder a la disolución de depósitos o sedimentos de origen evaporítico. Aguas que contienen concentraciones de sólidos totales disueltos de 1000 a 5000 ppm, presentan contenido de sodio mayores de 100 p.p.m. (CNA, 1991). En el área de estudio, es el cuarto ión que

---

<sup>4</sup> El agua relacionada con retornos de riego se puede definir como aquella que se ha utilizado para fines de irrigación, pero no fue consumida por las plantas ni interceptada por el proceso de evaporación, por lo que encuentra su camino de retorno al acuífero.

predomina, manifestando concentraciones que oscilan entre 176.70 y 375.30 ppm, con un promedio de 269.26 ppm.

De acuerdo con CNA (1991), en el acuífero del Valle de Guadalupe el cloruro (Cl) es el ión más común, manifiesta concentraciones de 259 a 500 ppm. Las concentraciones de 200 a 400 ppm, se localizan principalmente en las zonas de Calafia y al noroeste –noreste del El Porvenir. Las mayores concentraciones fluctúan de 500 a 1500 ppm, localizadas desde el poblado de Francisco Zarco hasta llegar a la zona de San Marcos.

Las concentraciones de sulfato (SO<sub>4</sub>) registradas oscilan entre 250 y 482 ppm, con un promedio de 338.47 ppm. De acuerdo a su concentración en el Valle, ocupa el segundo lugar. Los máximos valores se registraron en 1977 con 482 ppm.

**Tabla 2.4. Aniones y cationes (concentraciones en ppm)**

<b>Año</b>	<b>Ca<sup>++</sup></b>	<b>Mg<sup>++</sup></b>	<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>=</sup></b>
1973	111.80	59.20	213.00	314.40	318.20	263.80
1974	128.50	69.80	176.70	306.50	268.10	309.20
1977	15.90	97.30	375.30	296.90	609.10	482.30
1979	123.00	68.20	276.70	307.10	406.90	344.60
1980	130.90	73.70	280.60	295.30	259.10	334.70
1982	111.20	71.90	279.80	280.20	476.50	317.80
1983	80.30	56.40	235.70	197.40	384.90	250.80
1985	97.70	77.80	285.90	197.80	449.10	379.00
1990	144.30	82.00	299.60	322.90	500.70	364.00

Fuente: CNA (2004)

## **2.4. Marco legal en materia de agua subterránea**

### **2.4.1. Jerarquía jurídica**

El máximo instrumento jurídico que regula el aprovechamiento así como la preservación de calidad del agua subterránea es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual señala en el párrafo quinto del artículo 27 que “Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno; pero, cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá

reglamentar su extracción y utilización y aun establecer zonas de veda al igual que para las demás aguas de propiedad nacional”.

Siendo las aguas del subsuelo bienes de dominio público, es decir, son un derecho al que el gobierno federal a través del Poder Ejecutivo no puede renunciar, se rigen entonces por los principios de inalienabilidad e imprescriptibilidad. Su carácter de inalienable se refiere a que son bienes que están fuera del comercio y no se puede ejercer sobre ellas un derecho real y, el principio de imprescriptibilidad se refiere a que los particulares no pueden tener posesión sobre ellos si no deriva ésta de un título legalmente expedido que les permitirá su explotación y aprovechamiento (Brañes, 2000). En concordancia con lo anterior, la Constitución faculta explícitamente al Congreso de la Unión para expedir leyes sobre el uso y el aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal (fracción XVII del artículo 73).

La concesión es el acto jurídico en virtud del cual se otorga a una persona física o moral el derecho para explotar, usar o aprovechar las aguas de propiedad nacional (artículo 20, párrafo primero). La asignación, por su parte, es el acto jurídico por el cual se otorga el derecho de explotación, uso o aprovechamiento de las aguas de propiedad nacional a las dependencias y organismos descentralizados de la administración pública federal, estatal o municipal (artículo 20, párrafo tercero).

Como ley ordinaria derivada de la Constitución se tiene La Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, el cual detalla la aplicación de la misma. Esta ley es reglamentaria del artículo 27 constitucional, de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo sustentable. Respecto a los usos del agua, estos se indican en el título sexto, artículos 44 a 84 de la ley, los cuales son: público urbano, uso agrícola, uso en generación de energía eléctrica y en otras actividades productivas.



## 2.4.2. Usos del agua

Cuando se trata de aguas para uso público urbano, las concesiones las asigna la CNA al respectivo sistema estatal o municipal. En los títulos de asignación se establece expresamente el volumen asignado para la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado, asimismo, corresponde a los organismos operadores el tratamiento de las mismas previa su descarga a cuerpos receptores conforme a las Normas Oficiales Mexicanas respectivas.

Respecto al uso agrícola del agua, la ley comienza diciendo que los ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios, así como los ejidos, comunidades, sociedades y demás personas que sean titulares o poseedores de tierras agrícolas, ganaderas o forestales dispondrán del derecho de explotación, uso o aprovechamiento de las aguas que se les hubieren concesionado, con la precisión de que cuando se trate de concesiones de agua para riego, la CNA podrá autorizar su aprovechamiento total o parcial en terrenos distintos de los señalados en la concesión, cuando el nuevo adquirente de los derechos sea su propietario o poseedor, siempre y cuando no se causen perjuicios a terceros (artículo 48 reformado en el DOF 29-04-2004).

Siendo tan importante la conservación del agua subterránea, resulta necesaria la definición de sobreexplotación agregada a las definiciones del artículo tercero de la ley. “Aunque el concepto de sobreexplotación no puede tomarse con igual significado para todos los casos, deber resaltarse que es dependiente de la condición de un riesgo inmediato a la subsistencia de los aprovechamientos existentes en el acuífero, como consecuencia de venirse realizando extracciones anuales superiores o muy próximas al volumen medio de los recursos anuales renovables, o que produzcan un deterioro grave de la calidad del agua” (Alonso, 1989). En este sentido, la sobreexplotación puede ser local o temporal. La determinación de sobreexplotado es competencia del Ejecutivo Federal como lo menciona el Capítulo II Artículo 6 de la ley de Aguas Nacionales “Compete al Ejecutivo Federal reglamentar el control de la extracción así como la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, inclusive las que hallan sido libremente alumbradas”.

El Ejecutivo Federal ejercerá además la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes a través de la Comisión Nacional del Agua (CNA) (capítulo I artículo 4). La CNA es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de

Marina y Recursos Naturales (SEMARNAT), que se regula conforme a las disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales, sus reglamentos y la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la cual establece "las atribuciones que le corresponden a la autoridad en materia hídrica y constituirse además como el órgano superior con carácter técnico, normativo y consultivo de la federación, en materia integrada de los recursos hídricos, incluyendo la administración, regulación, control y protección del recurso" (capítulo III artículo 9).

En el artículo 13 (capítulo IV), se establece que la CNA establecerá los consejos de cuenca como instancias de coordinación, concertación y apoyo entre la CNA, dependencias y entidades de instancia federal, estatal y municipal y representantes de usuarios en diferentes usos y organizaciones ciudadanas o no gubernamentales. Estos consejos al encargarse de la formulación y ejecución de programas y acciones para reestablecer o mantener el equilibrio entre la disponibilidad y aprovechamiento de los recursos hídricos, se vislumbran como los encargados de las especificidades en cuanto a las condiciones de sobreexplotación de los acuíferos y acciones remediales de diagnósticos y planeación de las extracciones.

En este sentido, la planificación hídrica es de carácter obligatorio para la gestión integrada del agua, la conservación de recursos naturales, ecosistemas vitales y el medio ambiente (título tercero artículo 15). La formulación, implantación y evaluación de la planificación y programación hídrica comprenderá subprogramas específicos regionales, de cuencas hidrológicas y acuíferos que permitan ordenar el manejo de cuencas y acuíferos o corregir la sobreexplotación de aguas superficiales o subterráneas; respetando el uso ambiental o de conservación ecológica, la cuota natural de renovación de las aguas y contemplar la factibilidad de explotar las aguas del subsuelo en forma temporal o controlada (fracción X).

En los casos de sequías extraordinarias y sobreexplotación grave de acuíferos, el Ejecutivo Federal fijará los volúmenes de extracción, uso y descarga que se podrán autorizar, límites a los concesionarios y asignatarios, así como las demás disposiciones especiales que se requieren por causa de interés público (título quinto artículo 39), así como expedir decretos para el establecimiento de zonas de veda<sup>5</sup> para la explotación (artículo 39 BIS), en cuyo caso, el

---

<sup>5</sup> Zona de Veda. Aquellas áreas específicas de las regiones hidrológicas, cuencas hidrológicas o acuíferos, en las cuales no se autorizan aprovechamientos de agua adicionales a los establecidos legalmente y estos se controlan

artículo 13 BIS 4 establece que el uso doméstico y el uso público urbano siempre serán preferentes sobre cualquier otro uso (adicionado DOF 29-04-2004).

“La veda no debe entenderse como una prohibición a la explotación o impedimento a la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas; pueden ser temporales o permanentes si las condiciones de sobreexplotación son temporales y totales o parciales cuando se tiene identificado el problema localizado solo en sitios críticos por su propia naturaleza o por efecto de las actividades intensivas en superficie” (Mares, 1996).

### **2.4.3. Prevención de la contaminación**

En cuanto a la prevención, contaminación y responsabilidad por daño ambiental, el artículo 85 (título séptimo capítulo I), señala que es responsabilidad de las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres ordenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior y mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales (incisos a y b reformado DOF 29-04-2004). Para ello, la CNA tendrá a su cargo la ejecución y operación de la infraestructura federal, los sistemas de monitoreo y los servicios necesarios para la preservación, conservación y mejoramiento de la calidad del agua en las cuencas hidrológicas y acuíferos, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas respectivas y las condiciones particulares de descarga (artículo 86 fracción I), entre las que destacan: la NOM -001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, la NOM -002-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal y la NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen.

---

mediante reglamentos específicos, en virtud del deterioro del agua en cantidad o calidad, por la afectación a la sustentabilidad hidrológica, o por el daño a cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

#### **2.4.4 Extracciones**

En cuanto a derechos por extracción, la Ley Federal de Derechos en Materia de Aguas en su título II trata de los derechos por el uso o aprovechamiento del agua como un bien del dominio público. En el artículo 222 señala que “están obligados al pago de derechos sobre agua, las personas físicas y las morales que usen o aprovechen aguas nacionales, bien sea de hecho o al amparo de títulos de asignación, concesión, autorización o permiso, otorgados por el Gobierno Federal, de acuerdo con la zona de disponibilidad del agua en que se efectúe su extracción de conformidad con la división territorial contenida en el artículo 231 de la misma ley”, en la cual, el “uso agrícola” está exento de pago. En el artículo 29 Fracción IV de la Ley de Aguas Nacionales se establece que los concesionarios tienen la obligación de pagar conforme a los regímenes que establezca la Ley Fiscal vigente y en las demás disposiciones aplicables.

#### **2.4.5. Tipos de usos del agua**

La Ley de Aguas Nacionales define el “uso del agua” como cualquier aplicación del agua a una actividad que implique el consumo, parcial o total de ese recurso. Los usos del agua se clasifican en dos grupos: consuntivos y no consuntivos (CNA, 1996). Los usos consuntivos son aquellos en que por las características del proceso existen pérdidas volumétricas de agua; por lo contrario, los usos no consuntivos son aquellos en los que la cantidad de agua que entra es aproximadamente la misma que sale (Centro del Tercer mundo para el Manejo del Agua, 2003). Entre los usos consuntivos se encuentran la agricultura, doméstico, industrial, pecuario, y energía eléctrica (termoeléctrica). De igual manera los usos no consuntivos son la generación de energía eléctrica (hidroeléctrica), acuicultura, actividades recreativas y navegación entre otros. Bajo esta clasificación, los usos del agua del Valle de Guadalupe son consuntivos, principalmente agrícola, doméstico, industrial y público urbano.

Según la Ley de Aguas Nacionales, se entiende por uso agrícola del agua a la aplicación del recurso a través de riego destinado a la producción agrícola y la preparación de ésta para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial. En la misma Ley, se define al agua de uso doméstico como a la aplicación del agua para uso de las personas y del hogar, riego de sus jardines y árboles de ornato; y por agua de uso industrial se entiende la aplicación de agua en fábricas o empresas que realicen la extracción,

conservación o transformación de materias primas o minerales o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación, asimismo, se entiende como agua de uso público urbano a la aplicación de agua para centros de población y asentamientos humanos, a través de la red municipal.

## 2.5. Usos del agua subterránea del Valle de Guadalupe

### 2.5.1. Uso agrícola

Según Saldívar (1946) y Herrera (1946), la superficie dedicada a la agricultura en el Valle de Guadalupe en 1946 consistía de 4,000 hectáreas de temporal de las cuales, 1,300 estaban dedicadas al cultivo de la vid. Para 1988, la superficie irrigada era de 3,573 hectáreas, de las cuales, 1,820 (50%) estaba dedicado al cultivo de vid, equivalente a un consumo total de agua de 7.83 Mm<sup>3</sup> considerando una lámina de riego por gravedad de 0.43 m (CNA, 2004).

En la tabla 2.5 se muestra la evolución de las extracciones de agua para uso agrícola en el Valle de Guadalupe y el método utilizado para su cálculo. En ella se observa una tendencia a la baja de las extracciones para este uso, originadas principalmente por una reconversión productiva de hortalizas y otros cultivos a vid industrial.

**Tabla 2.5. Extracciones de agua de uso agrícola**

<b>Año/Autor</b>	<b>Método</b>	<b>Extracción calculada (Mm<sup>3</sup>)</b>
1972/CNA	Censo de aprovechamientos	18.5
1973/CNA		20
1974/CNA		21
1977/CNA	Gasto instalado, superficie, cultivo y lámina de riego.	21
1982/CNA	Lámina de riego/Has.	12
1997/Andrade	Lámina de riego/Has.	22.57
1998/CNA		10.9

Fuente: CNA, 2004

### 2.5.2. Uso doméstico e industrial

El aprovechamiento de agua para fines domésticos en el Valle de Guadalupe se hace mediante norias y pozos en forma desorganizada. Ya que en la mayoría de los pozos se

desconocen caudal y volumen de extracción, estos fueron calculados mediante el número de horas de bombeo, según uso del pozo, para lo cual CNA (2004) determinó una extracción de 2 horas diarias para uso doméstico y 3 horas para uso industrial (vitivinicultura). De esta manera, el volumen de uso doméstico representó el 0.6 Mm<sup>3</sup>, mientras que el consumo industrial 0.9 Mm<sup>3</sup>.

### 2.5.3. Uso público urbano

Las extracciones de agua para uso público urbano del acuífero del Valle iniciaron en 1985 con la instalación de una batería de 10 pozos por la Comisión de Servicios Públicos de Ensenada con una asignación de 200 l.p.s<sup>-1</sup>, con una extracción que varía de 250 a 300 l.p.s<sup>-1</sup>, equivalentes a 9.5 Mm<sup>3</sup> de extracción promedio anual (Badan, 2005., Andrade, 1991; CNA, 1998).

**Tabla 2.6. Extracciones del Valle de Guadalupe 1990 -2005**

<b>Año</b>	<b>Volumen Mm<sup>3</sup></b>
1990	5.3
1991	6
1992	6.3
1993	6.6
1994	9.8
1995	5.7
1996	9.9
1997	8
1998	8.9
1999	9.7
2000	9.3
2001	10.3
2002	8.9
2003	6.6
2004	5
2005	9.02

Fuente: CESPE (2006)

Según Ramírez (2005), la demanda de agua para Ensenada en el año 2000 fue de 184.7 litros diarios por persona, lo que implica un déficit de 22 Mm<sup>3</sup> comparados con una demanda de 42.16 Mm<sup>3</sup> y una oferta de 20.46 Mm<sup>3</sup> anuales. Éste déficit ha sido satisfecho recurriendo a la

sobreexplotación de acuíferos y al método del “tandeo”, es decir, suspender el suministro de agua en algunas colonias de manera temporal para abastecer a otras.

## **2.6. Medio económico**

El Valle de Guadalupe basa su economía en la agroindustria del vino. Ésta agroindustria conforma cuatro sistemas productivos: uva pasa, jugo concentrado, producción de aguardiente y vinos de mesa. De éstos sistemas, solo los vinos de mesa son productos finales, sector en el cual, Baja California produce el 90% del total nacional (SEDECO, 2004), mientras que los demás son subproductos que se someten a otro proceso (Armenta, 2004).

La industria está constituida por once plantas, ocho de las cuales iniciaron operaciones después de 1983 (Armenta, 2004). Las principales variedades cultivadas son Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon, Chenin Blanc y Thompson, que ocupan más del 50% de la superficie cultivada. El 90% de la uva es variedad industrial, pues es lo que requiere la industria para la elaboración de vinos.

La industria está constituida fundamentalmente por pequeñas y medianas empresas (PYMEs), que proveen de empleo temporal a más de 1500 personas en la época de la vendimia (cosecha). Cabe mencionar que la producción de vinos en ésta región utiliza únicamente uva cosechada en la zona (SEDECO, 2004).

La tradición vinícola del Valle es una construcción histórica de una cultura por el cultivo de la vid, que surge con la llegada de las misiones a la península de Baja California (Villa, 2002:77). Sin embargo, en términos de política comercial, el desarrollo de la industria se divide en dos etapas: pre y post apertura comercial de México iniciada a partir de 1986 con la adhesión al GATT (hoy OMC). Posterior a este proceso de apertura, surge en el Valle de Guadalupe una nueva generación de empresas vinícolas dedicadas a la producción de vinos tipo “boutique”, cuya estrategia competitiva esta basada en la elaboración de productos de alta calidad y de alta flexibilidad para adaptarse a la cambiante demanda del mercado. Asimismo, con la apertura comercial, la industria del vino se abre a la competencia externa y comienza a importarse vinos de diferente calidad y a diferente precio, lo que permitió al consumidor distinguir entre calidades, optando la mayoría de las veces por vinos extranjeros (Villa, 2002).

De las 16 empresas dedicadas a la producción de vino que existen en México, 13 se localizan en Ensenada y de estas, siete se concentran en el Valle de Guadalupe. La mayoría de las firmas son de capital nacional, a excepción de Domecq, única empresa trasnacional en el Valle. Este sistema productivo esta representado en un 77% por pequeñas y medianas empresas de entre 6 y 15 empleados. Ver tabla 2.7. Las unidades productivas de mas de 1,000 empleados representan el restante 23 % (Villa, 2002).

**Tabla 2.7. Empresas vinícolas en el Valle de Guadalupe**

<b>Empresa</b>	<b>Producción <sup>1</sup></b>	<b>Categoría</b>
L.A. Cetto	27000000	Grandes Empresas
Domecq	24300000	
Monte Xanic	360000	Medianas Empresas
Chateau Camou	198000	Pequeñas Empresas
Viña de Liceaga	20700	
Cavas Valmar	13500	
Vinos Vibayoff	13500	
Casa de Piedra	9000	

Fuente: Tomado de Villa, (2002). <sup>1</sup> Adaptado con datos de SEDECO 2004.

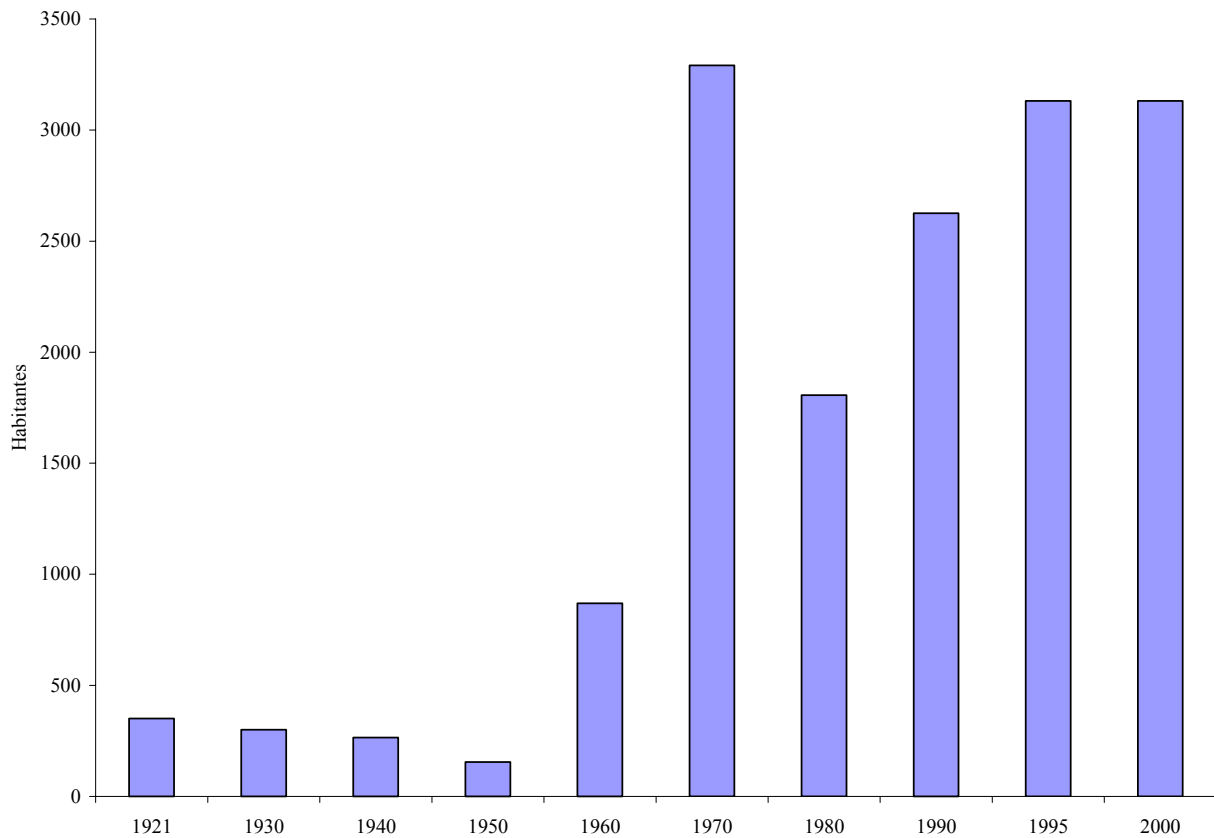
La tipología de los productores primarios se caracteriza principalmente por dos conceptos: el de tamaño de la propiedad, la tenencia de la tierra y tipo de riego. En lo que respecta a tenencia de la tierra, el 30% de los agricultores son ejidatarios y el 70% es pequeña propiedad; el tamaño de la superficie se divide en “menos de 20 ha equivalente al 65%” y “más de 20 ha”, equivalente al 35%. En cuanto al tipo de riego, el 65% de la superficie cultivada es irrigada y el 35% restante es de temporal (SIAP, 2006).

## **2.7. Medio social**

Las localidades consideradas importantes para el área de estudio son El Valle de Guadalupe (Francisco Zarco) y la ciudad de Ensenada. La primera por localizarse en el área del acuífero y albergar las principales casas vitivinícolas de la región y la segunda por ser usuarios del agua del Valle.

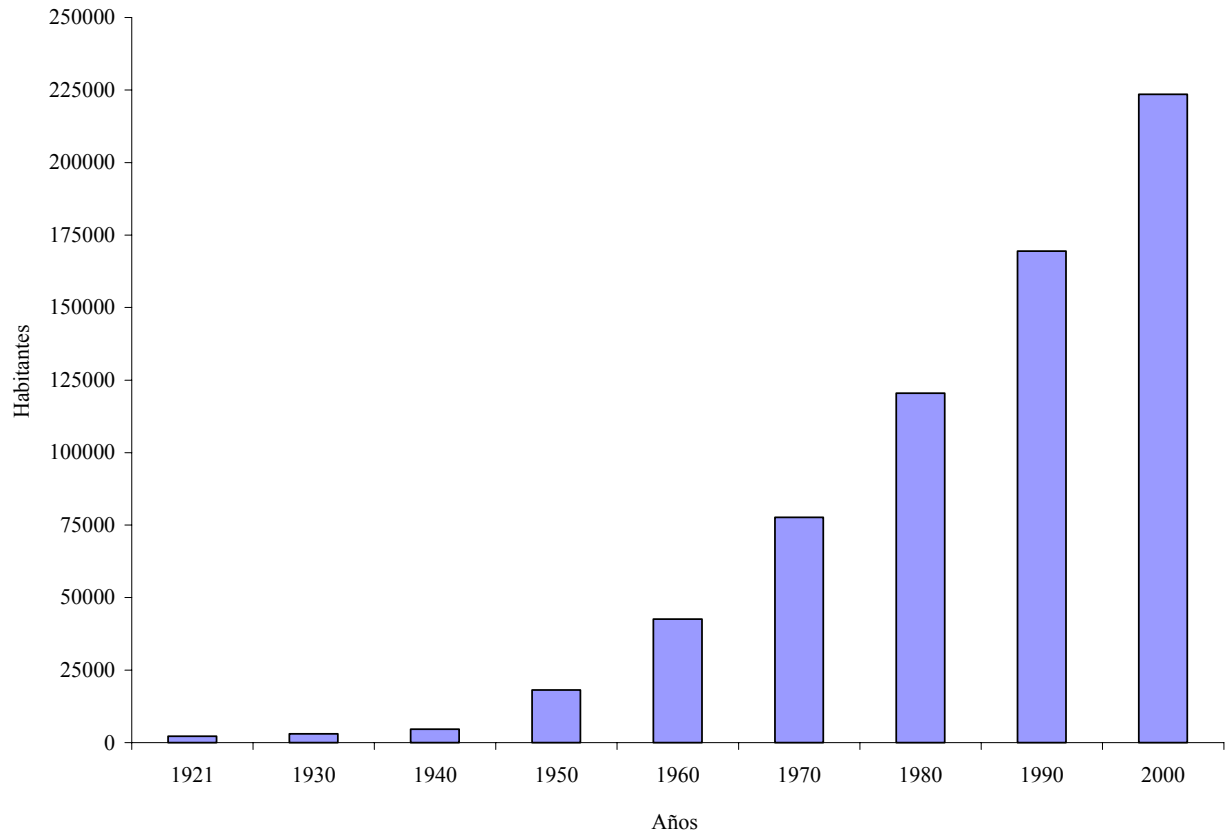


En la figura 2.6 se muestra la dinámica poblacional del Valle de Guadalupe de 1921 - 2000. Según censos de INEGI, en 1921 el Valle de Guadalupe tenía una población de 351 habitantes, mientras que para el año 2000, registró una población de 3,131, es decir, creció un 792% a una tasa media anual del 2.84%.



**Figura 2.6. Dinámica poblacional del valle de Guadalupe 1921 -2000.**

Mientras tanto, en la figura 2.7, se muestra la dinámica demográfica de la ciudad de Ensenada para el mismo periodo. La ciudad de Ensenada presenta un crecimiento poblacional más acelerado, al pasar de 2,178 habitantes en 1921 a 223,492 en el 2000 a una tasa media anual del 6.1%. No obstante, el mayor crecimiento se observa en el período 1940 -1950 al pasar de 4,616 a 18,150 habitantes respectivamente a una tasa media anual del 14.7%.



**Figura 2.7. Dinámica poblacional de la ciudad de Ensenada 1921 -2000**

## **CAPITULO 3**

### **RESULTADOS**

En este capítulo, se presentan el comportamiento de las variables que explican la eficiencia productiva de la vid bajo riego en el Valle de Guadalupe y en Baja California bajo condiciones de riego y temporal para el período 1994 -2004. Dichas variables son: la superficie sembrada, superficie cosechada, rendimiento por hectárea, producción, valor de la producción, costos de producción, volumen y valor de las exportaciones e importaciones de vino de mesa (para el período 1986 -2004). Estas variables conforman la base de datos de la cual se deriva todo el análisis. Para cada variable se ha determinado la tasa de crecimiento (TC) y la tasa de crecimiento medio anual (TCMA) con las ecuaciones 2 y 3 previamente definidas en el capítulo de metodología. También se presentan el comportamiento de la recarga y descarga del acuífero del Valle de Guadalupe y la producción de agua por habitante de la ciudad de Ensenada del 2000 -2030.

### 3.1. Productividad de la vid

#### 3.1.1. Superficie sembrada

En la figura 3.1 se aprecia una disminución de la superficie sembrada bajo riego. Para el período 1994 -2004, esta disminución fue del 15 %, al pasar de 4591 has., a 3912 en el 2004, a una tasa media anual de -2%. Para el mismo período, el Valle de Guadalupe muestra un crecimiento del 50% al pasar de 1356 ha a 2028 en el 2004, a una tasa anual del 4.10 %. Mientras en la figura 3.2 se muestra la superficie sembrada en condiciones de temporal, la cual disminuyó en un 15% al pasar de 1022 ha en 1994 a 896 en el 2004 a una tasa anual del -2%.

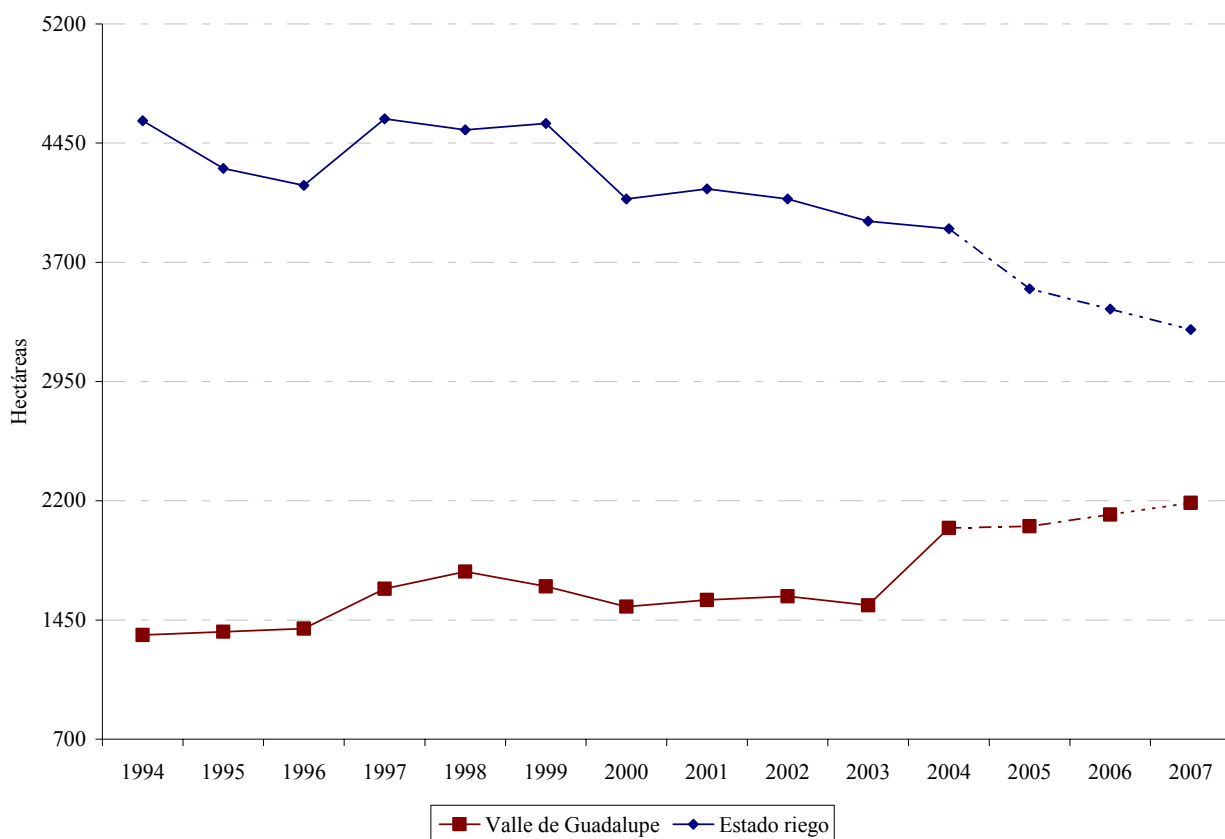
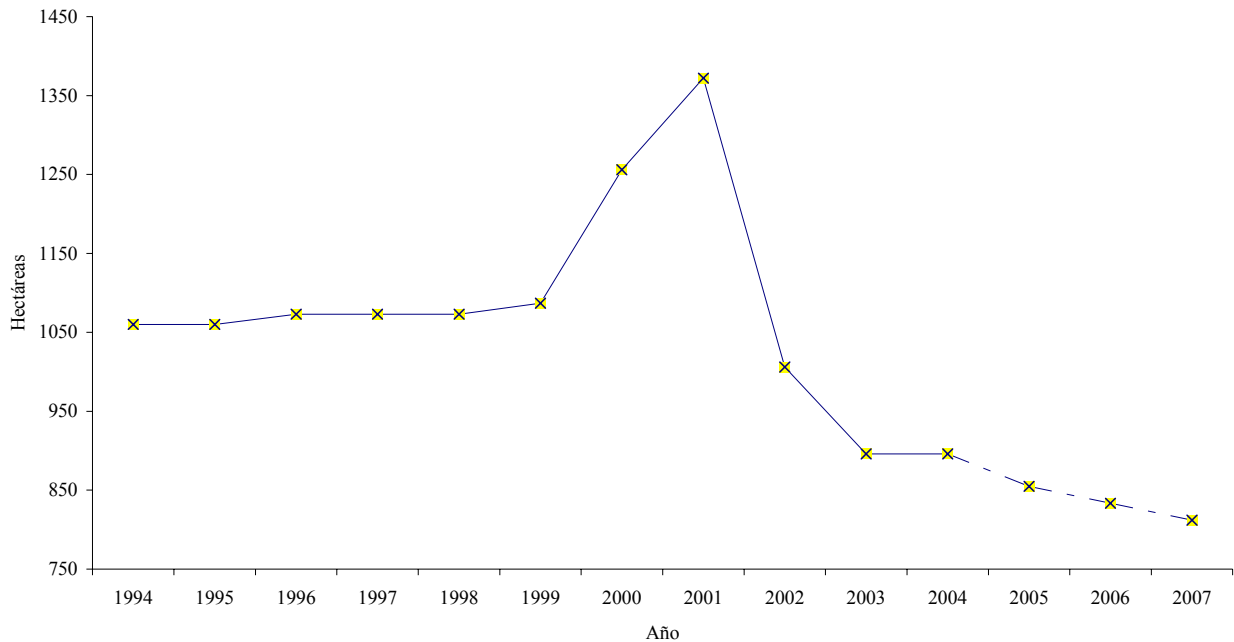


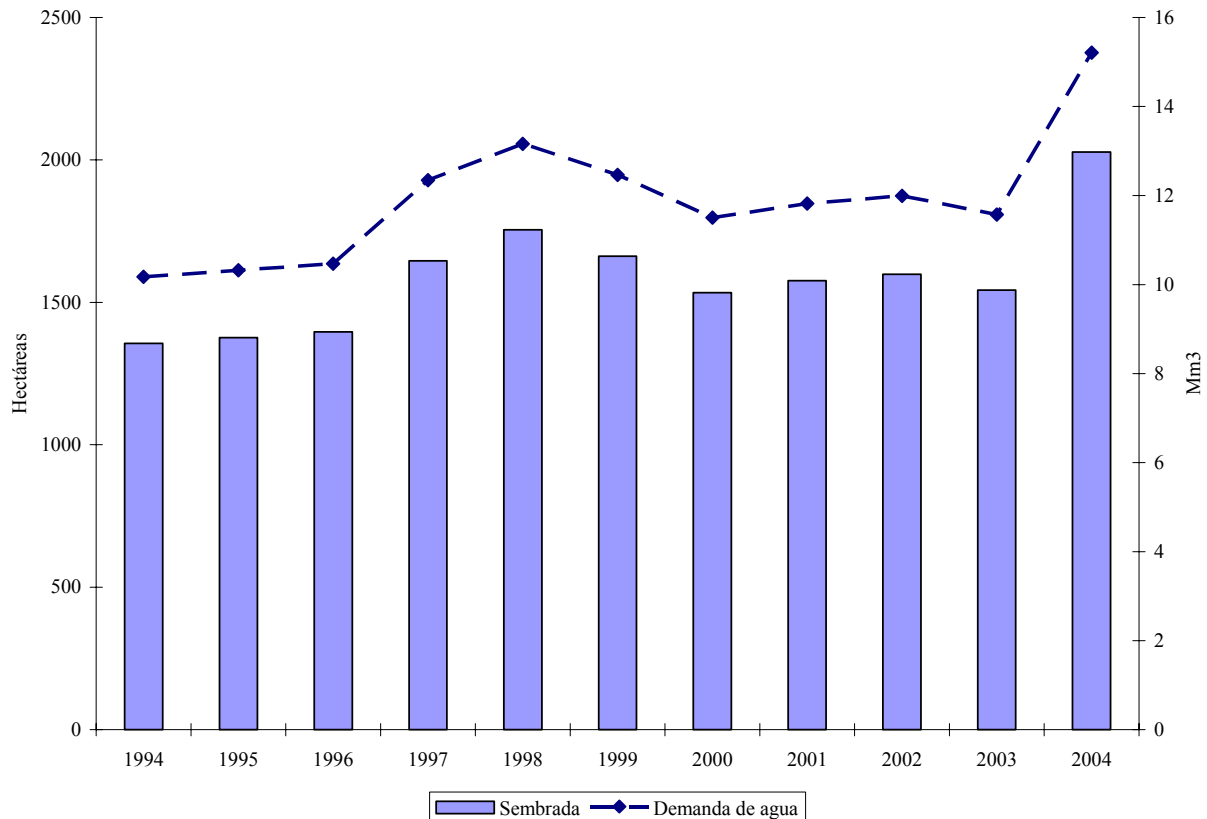
Figura 3.1. Superficie sembrada de vid (\*2005-2007 son estimaciones en ambos casos)



**Figura 3.2. Baja California: superficie sembrada en condiciones de temporal (2005 - 2007 son estimaciones).**

### **3.1.1.1. Demanda de agua para riego en el Valle de Guadalupe**

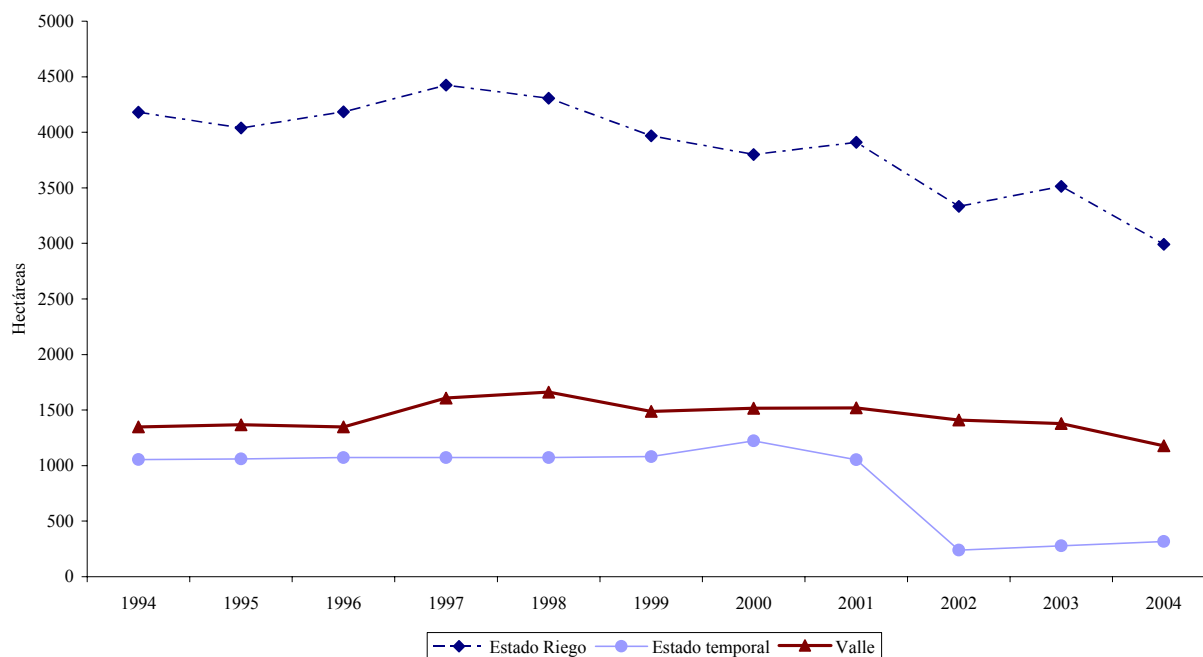
En la figura 3.3 se muestra el comportamiento de la superficie sembrada en el Valle de Guadalupe y la demanda de agua para riego en el período 1994 -2004. La demanda de agua registra un aumento del 5.04% al pasar de 10.17 Mm<sup>3</sup> en 1994 a 15.21 Mm<sup>3</sup> en el 2004. Esto debido al incremento en la superficie sembrada descrito en la figura anterior.



**Figura 3.3. Valle de Guadalupe: superficie sembrada de vid y demanda de agua**

### 3.1.2. Superficie cosechada

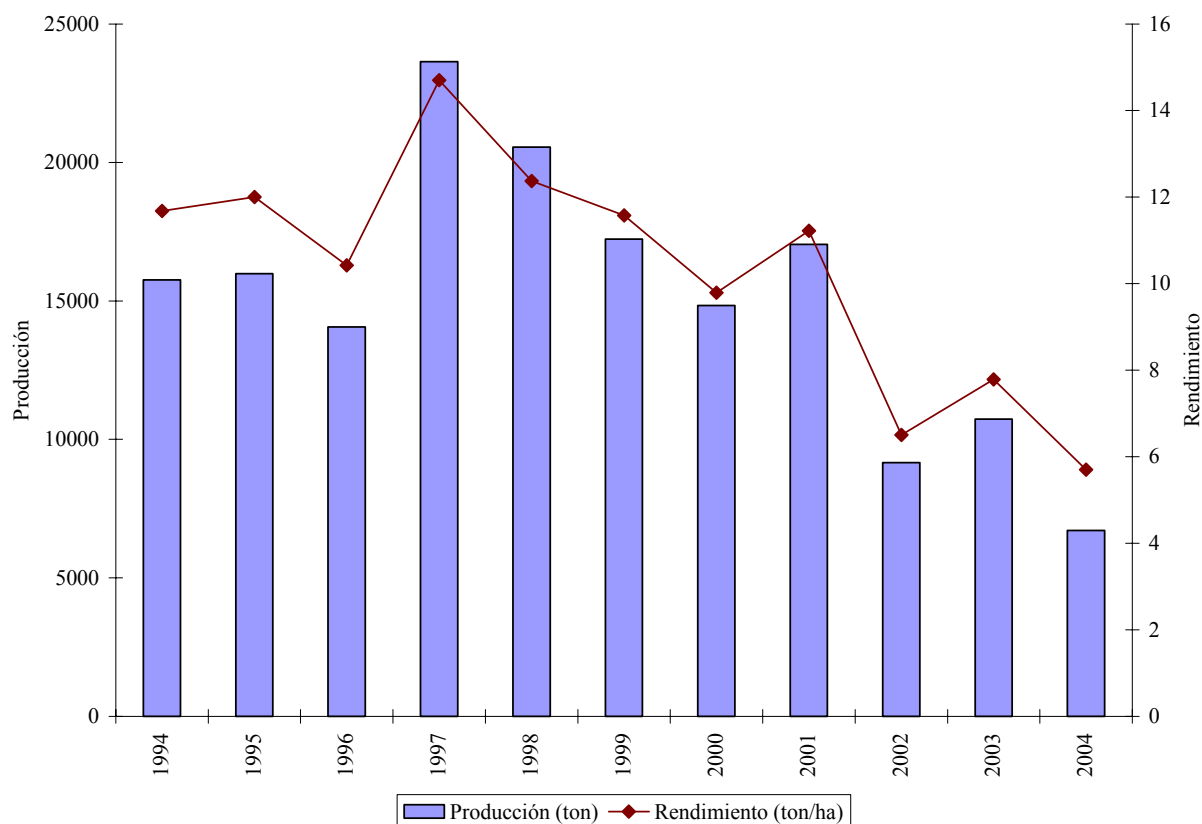
En la figura 3.4 se muestra el comportamiento de la superficie cosechada del Valle de Guadalupe en condiciones de riego y para Baja California en condiciones de riego y temporal para el periodo 1994 -2004. La superficie cosechada bajo riego a nivel estatal registra una variación del -28 %, al pasar de 4,181 ha en 1994 a 2,182 en el año 2004, a una tasa anual de -3 %. La superficie cosechada de temporal, presenta una variación del -70 % al pasar de 1055 ha en 1994 a 316 en el 2004. Mientras tanto, el Valle de Guadalupe presenta una variación de -13 %, al pasar de 1349 a 1178 ha en 2004 a una tasa anual de -1.34 %.



**Figura 3.4. Superficie cosechada de vid**

### 3.1.3. Producción

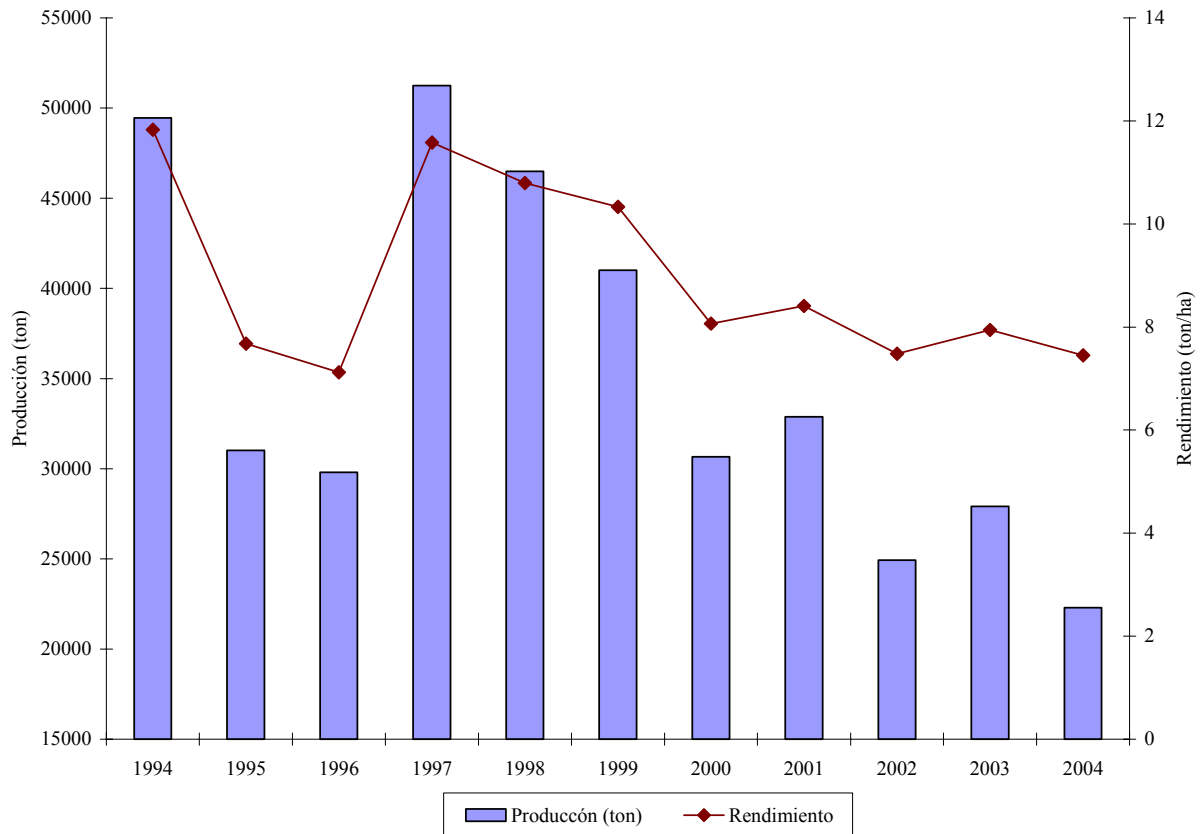
La figura 3.5 muestra el comportamiento de la producción de vid y el rendimiento por hectárea para el Valle de Guadalupe. Para el período 1994 -2004, el volumen de producción disminuyó en un 57.395 al pasar de 15,757 toneladas en 1994 a 6,715 toneladas en el 2004, con una tasa media anual de -8.17%. Mientras tanto, el rendimiento por hectárea presenta una variación de -51.2%, al pasar de 12 ton/ha en 1994 a 6 ton/ha en el 2004.



**Figura 3.5 Valle de Guadalupe.: producción y rendimiento de vid**

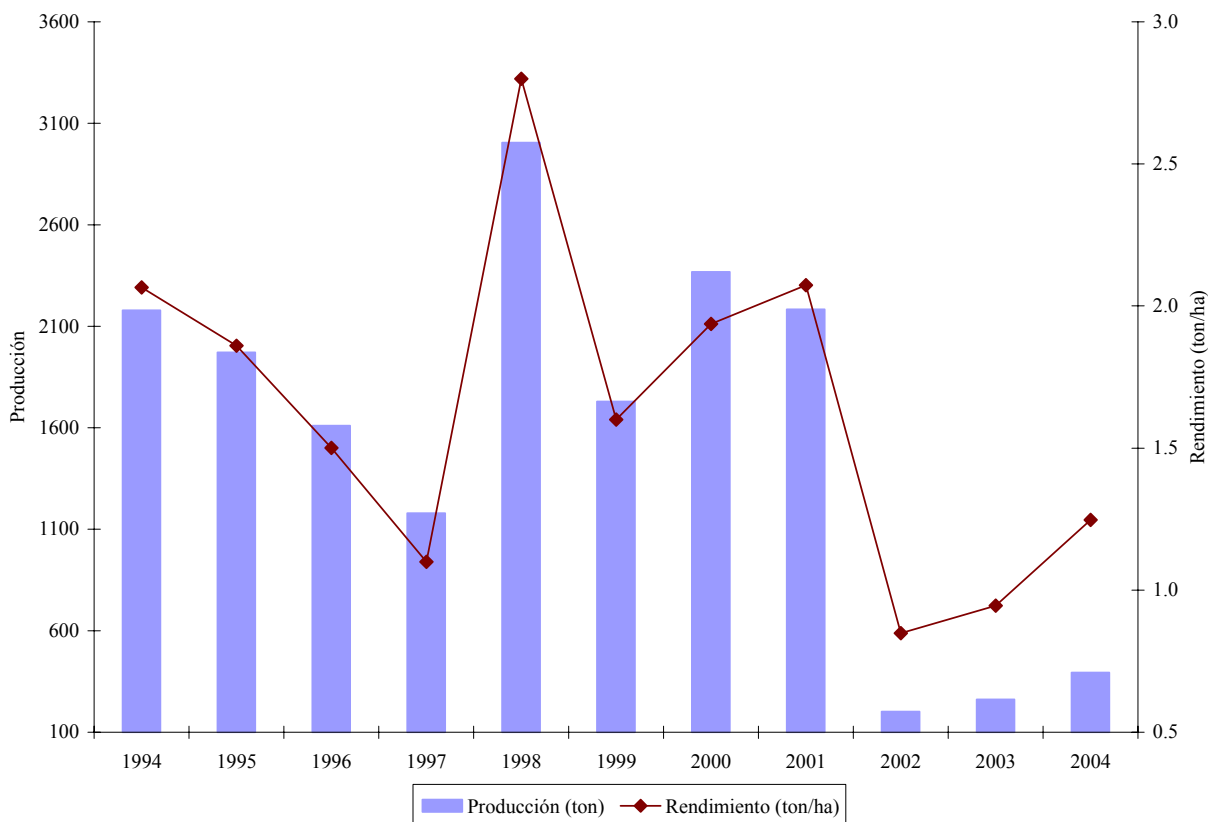
En la figura 3.6, se muestra el comportamiento del volumen de producción y rendimiento por hectárea bajo condiciones de riego en el Estado. Para el período 1994 -2004, el volumen de producción registra una disminución del 55% al pasar de 49,455 toneladas en 1994 a 22,297 toneladas en el 2004 a una tasa anual del -7.66%. En lo que respecta al rendimiento, se observa una disminución del 37% al pasar de 12 ton/ha en 1994 a 7 ton/ha en el 2004 a una tasa anual del -5%.





**Figura 3.6. Baja California: producción y rendimiento de vid bajo riego**

La figura 3.7 muestra el volumen de producción y el rendimiento por hectárea de Baja California en condiciones de temporal. Para el período 1994 -2004, el volumen de producción muestra una variación de -82% al pasar de 2179 ton en 1994 a 394 en el 2004 a una tasa anual de -16%. A su vez, el rendimiento/ha, muestra una variación del -40% al pasar de 2.1 ton/ha en 1994 a 1.2 ton/ha en el 2004.



**Figura 3.7. Baja California: producción y rendimiento de vid temporal**

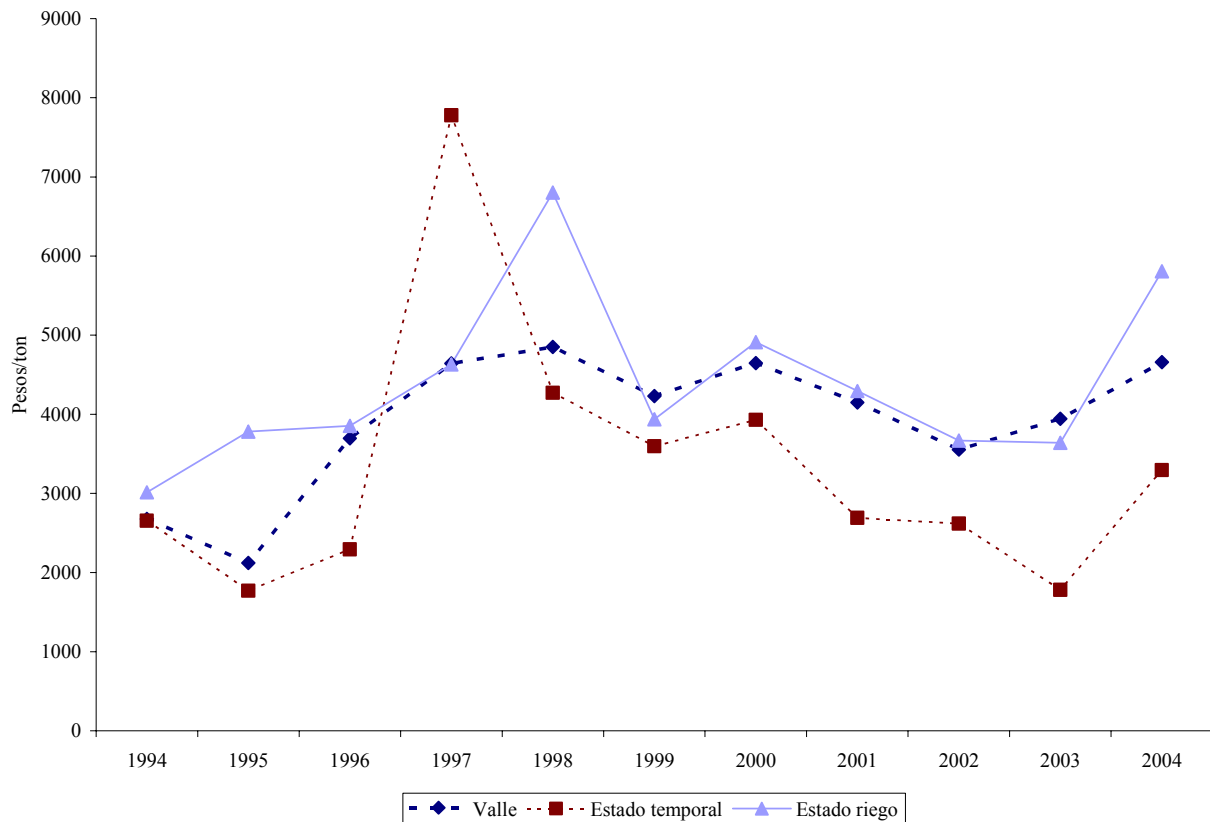
### 3.1.4. Valor de la producción

La figura 3.8 muestra el valor por tonelada para el Valle de Guadalupe y Baja California en las modalidades de riego y temporal. Durante el período 1994 -2004, el valor por tonelada en el Valle de Guadalupe registra una variación de 74.08% al pasar de \$2,677.00 en 1994 a \$4,660.00 en el 2004 a una tasa anual del 5% y un promedio para todo el período de \$3,925.00. Mientras tanto, el valor por hectárea muestra una disminución del 15% al pasar de \$31,267.00 en 1994 a \$26,562.00 en el 2004 a una tasa anual del -1.61% y un promedio para todo el período de \$40,446.00, como se observa en la figura 3.8.

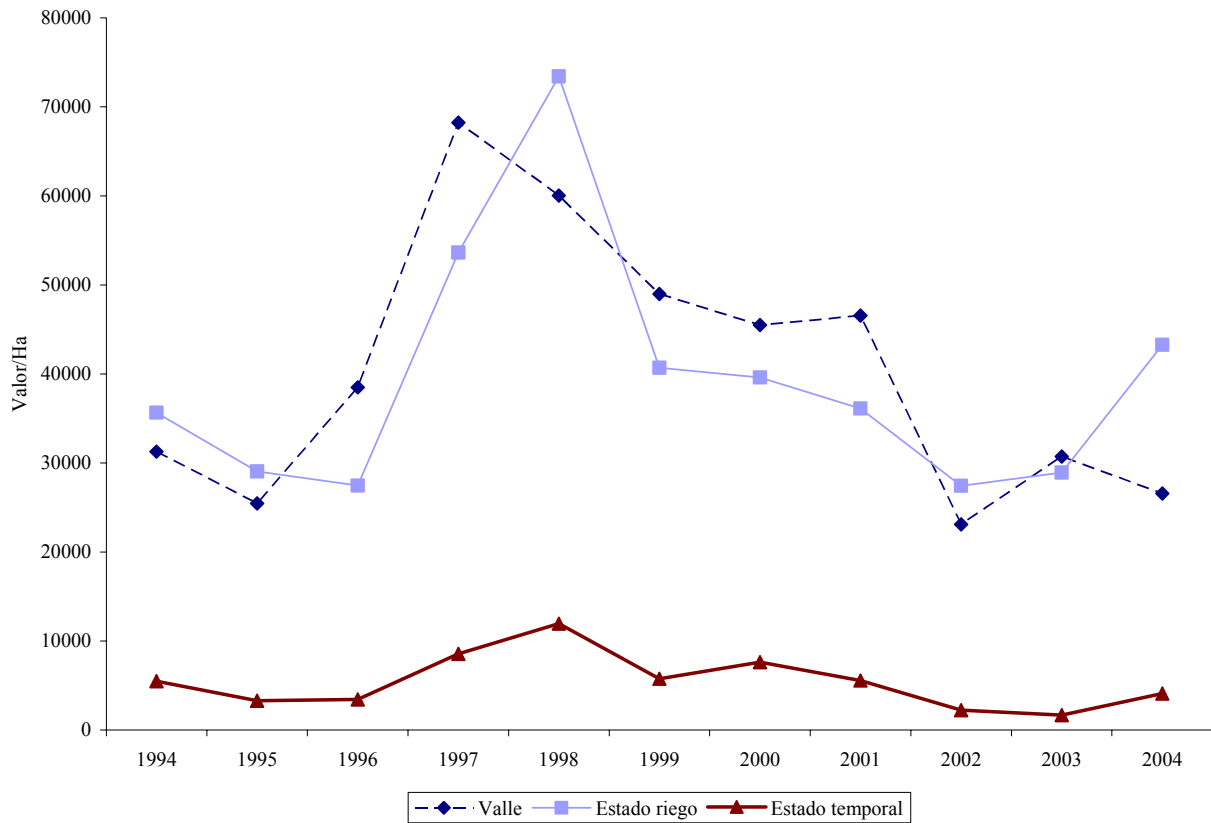
En lo que respecta al valor/ton bajo riego en Baja California, esta variable registra un crecimiento del 93% para el mismo periodo al pasar de \$3,014.00 en 1994 a \$5,087.00 en el 2004, a una tasa anual del 7%. A su vez, el valor por hectárea para el mismo período, muestra un

incremento del 21% al pasar de \$35,657.00 en 1994 a \$43,277.00 en el 2004 a una tasa anual del 2% y un promedio para el período de \$39,568.00 como se observa en la figura 3.9.

El valor por tonelada de temporal muestra una variación del 24% al pasar de \$2,656.00 en 1994 a \$3,299.00 en el 2004 a una tasa anual del 2% y un promedio para el periodo de \$3,334.00. Mientras tanto, en la figura 3.8, el valor por hectárea muestra una variación del -21% al pasar de \$5,485.00 en 1994 a \$4,108.00 en el 2004, a una tasa anual del -3%. El valor más alto se observa en 1998, año en que ocurrieron lluvias extraordinarias en la zona, que incrementaron el rendimiento a 2.1 toneladas/ha.

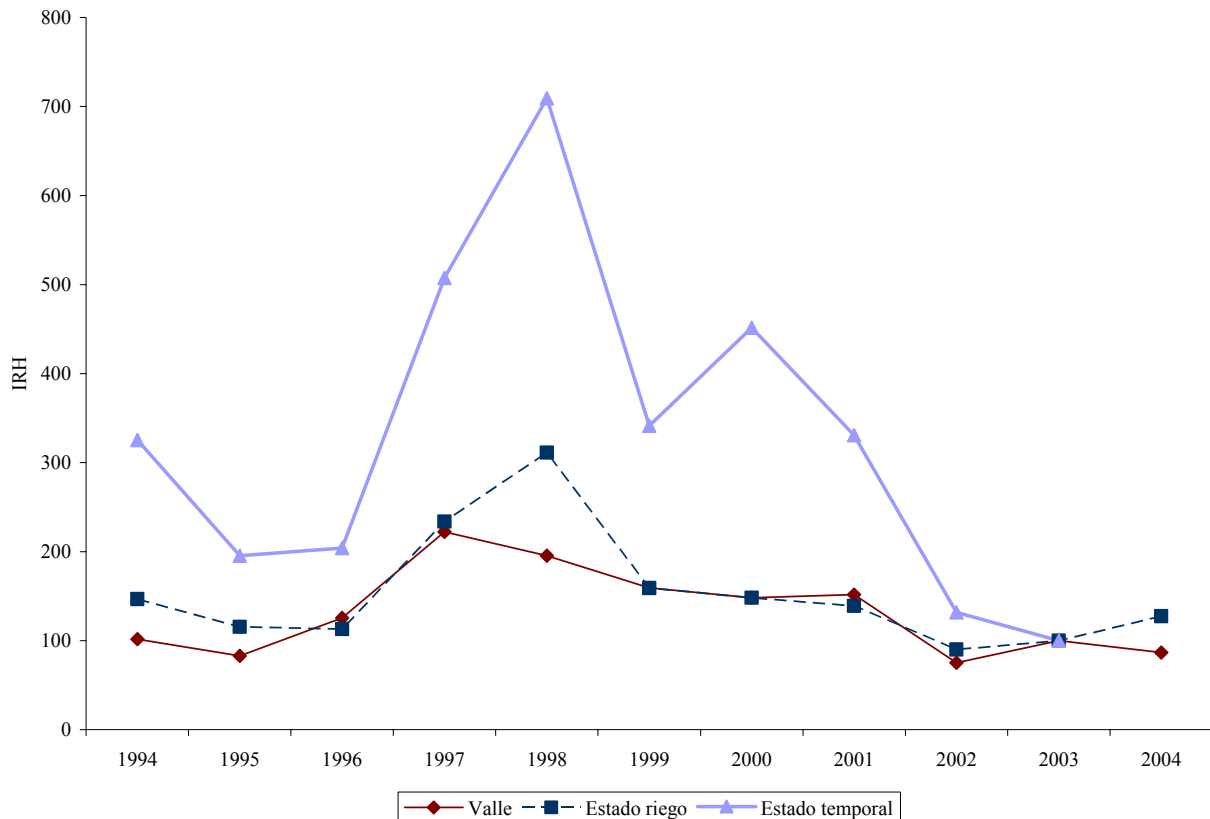


**Figura 3.8. Valor/tonelada de vid 1994 -2004**



**Figura 3.9. Valor/hectárea de vid 1994-2004**

En la figura 3.10, se muestra el índice de rendimiento por hectárea (IRH) para el Valle de Guadalupe y Baja California en las modalidades de riego y temporal para el período 1994 -2004. Los picos más altos se observan en 1997 y 1998 cuando se presentaron lluvias extraordinarias en la zona. El IRH para temporal presenta un valor de 709% para 1998 con respecto al año base.



**Figura 3.10. Índice de rendimiento por hectárea.**

### 3.1.5. Rentabilidad económica de la producción de vid

La tabla 3.1 muestra la relación beneficio –costo (B/C) para la producción de vid en el Valle de Guadalupe bajo condiciones de riego. Para el período 1994 -2004, el Valle de Guadalupe presenta un costo de producción promedio de \$17,903.00/ha y un crecimiento del 4.8% al pasar de \$19,476.00/ha en 1994 a \$20,412.00/ha en el 2004 a una tasa anual de 0.5%. Mientras tanto, el valor promedio de la producción/ha para el mismo período equivale a \$40,446.00 y presenta una variación del -15% al pasar de \$31,267.00/ha en 1994 a \$26,562.00/ha en el 2004 a una tasa anual del -1.6%. En este sentido, la relación beneficio –costo presenta una variación del -19%, al pasar de 1:1.6 en 1994 a 1:1.3 en el 2004, es decir, por cada unidad de peso invertida en la producción, se recupera la inversión mas el 60% del valor invertido y del 30% respectivamente. Los cocientes mas alto se observan en 1997 y 1998, equivalentes a 1: 4.8 y 1:4.2, respectivamente.

**Tabla 3.1. Valle de Guadalupe: relación beneficio –costo 1994 -2004**

Año	Costos de producción/Ha.			Valor producción/ha	Relación B -C / Ha. <sup>1</sup>
	Costos corrientes	INPP 2003	Costos		
1994	5149	26.43906606	19476	31267	1.6
1995	6060	35.69260795	16979	25448	1.5
1996	7053	47.96314235	14705	38500	2.6
1997	8209	57.85579197	14189	68232	4.8
1998	9554	67.07139778	14245	60031	4.2
1999	14523	78.19549889	18573	48975	2.6
2000	15516	85.61745155	18122	45502	2.5
2001	17505	91.06943179	19222	46563	2.4
2002	19695	95.65079077	20591	23111	1.1
2003	20424	100	20424	30720	1.5
2004	21369	104.6884071	20412	26562	1.3
<b>Promedio</b>			<b>17903.3</b>	<b>40446.45452</b>	<b>2</b>
<b>TC</b>			<b>4.8</b>	<b>-15.04784198</b>	<b>-19</b>
<b>TCMA</b>			<b>0.5</b>	<b>-1.617593483</b>	<b>-2.08</b>

<sup>1</sup> Es el cociente de dividir la corriente de costos de la columna 4 entre la corriente de beneficios de la columna 5.

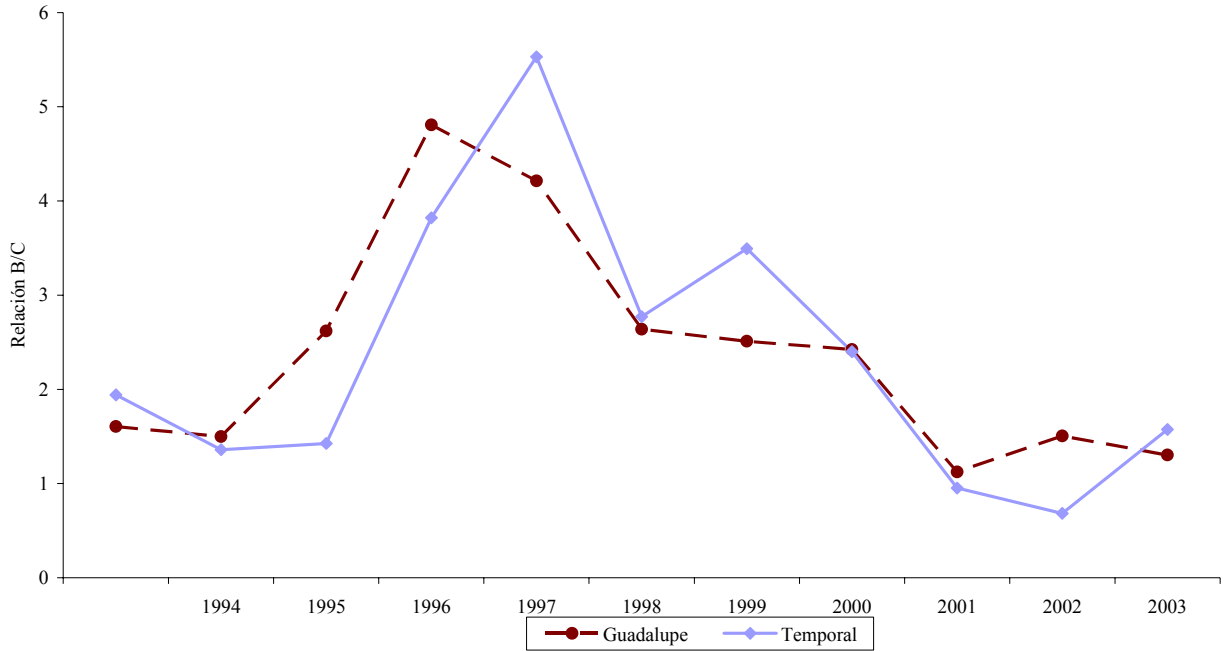
La tabla 3.2 muestra la relación beneficio –costo (B/C) para la producción de vid para Baja California en condiciones de temporal. Para el periodo 1994 -2004, el estado presenta un costo de producción promedio por hectárea de \$2,368.00/ha y registra una disminución del 7.6% al pasar de \$2,825.00 en 1994 a \$2,611.00 en el 2004 una tasa anual del -0.8%. Mientras tanto, el valor promedio de la producción asciende a \$5,426.13/ha y se observa una variación de -25.10% al pasar de \$5,485.00 en 1994 a \$4,108.00 en el 2004 a una tasa anual de -2.89%. Debido a lo anterior, la relación beneficio –costo presenta una disminución del 19% al pasar de 1:1.9 en 1994 a 1:1.6 en el 2004, es decir, por cada unidad de peso invertida en la producción, se recuperan 1.9 unidades y 1.6 respectivamente, registrando un cociente promedio de 1:2, para todo el período. El pico mas importante se observa en 1998 con un cociente de 1:5.5 en 1998 y el cociente mas bajo en el 2003 equivalente a 1:0.7.

**Tabla 3.2. Baja California: relación beneficio –costo 1994 -2004**

Año	Costos de producción/Ha			Valor producción/ha	Relación B/C /Ha. <sup>1</sup>
	Costos corrientes	INPC 2003 <sup>1</sup>	Costos		
1994	747	26.43906606	2825	5485	1.9
1995	865	35.69260795	2424	3293	1.4
1996	1157	47.96314235	2412	3439	1.4
1997	1295	57.85579197	2239	8554	3.8
1998	1450	67.07139778	2162	11958	5.5
1999	1623	78.19549889	2076	5754	2.8
2000	1865	85.61745155	2178	7609	3.5
2001	2116	91.06943179	2324	5578	2.4
2002	2232	95.65079077	2333	2223	1.0
2003	2470	100	2470	1686	0.7
2004	2734	104.6884071	2611	4108	1.6
<b>Promedio</b>			<b>2368.7</b>	<b>5426.131323</b>	<b>2</b>
<b>TC</b>			<b>-7.6</b>	<b>-25.10705289</b>	<b>-19</b>
<b>TCMA</b>			<b>-0.8</b>	<b>-2.849712069</b>	<b>-2.1</b>

<sup>1</sup> B/C es el cociente de la corriente de costos de la columna 4 entre la corriente de beneficios actualizados de la columna 5

En la figura 3.11 se muestra la relación beneficio –costo para el Valle de Guadalupe en condiciones de riego y para Baja California en condiciones de temporal. Para el período 1994 - 2004, se observa una tendencia a la baja en ambas modalidades y se registra un cociente promedio de 1:2, es decir, la diferencia de beneficio radica en la cantidad invertida. En cinco de los once años se registra un cociente mayor en la producción de temporal, sobre todo en 1998, año en que se presentaron lluvias extraordinarias en la región.



**Figura 3.11. Relación Beneficio –Costo 1994 -2004**

### 3.1.6. Productividad del agua de uso agrícola en el Valle de Guadalupe

En la tabla 3.3 se presenta la productividad del agua de uso agrícola en el Valle de Guadalupe para el período 1994 -2004. Los beneficios se representan en valor monetario (valor/ton) y volumen (rendimiento/ha) y los costos están representados por el valor del agua por lámina de riego. El costo de agua por hectárea presenta una variación del 70% al pasar de \$3,484.00/lámina de riego en 1994 a \$5,946.00/lámina de riego en el 2004 a una tasa anual del 6.1%. El costo promedio del agua requerida por tonelada de vid producida asciende a \$490.00 y presenta un incremento del 250% al pasar de \$298.00 en 1994 a \$1,043.00 en el 2004.



**Tabla 3.3. Valle de Guadalupe: relación beneficio/costo del agua 1994 -2004**

Año	Lámina riego	Costos del agua			Beneficios		B/C <sup>6</sup>
		Hectárea <sup>1</sup>	m <sup>3</sup> <sup>2</sup>	Tonelada <sup>3</sup>	Rend./ <sup>4</sup> (Ha.)	Valor/ <sup>5</sup> (Ton.)	
1994	7500	3484	0.465	298	12	2677	9.0
1995	7500	3685	0.491	307	12	2121	6.9
1996	7500	3315	0.442	318	10	3695	11.6
1997	7500	3323	0.443	226	15	4642	20.5
1998	7500	3466	0.462	280	12	4852	17.3
1999	7500	4220	0.563	364	12	4229	11.6
2000	7500	4730	0.631	483	10	4648	9.6
2001	7500	5353	0.714	477	11	4150	8.7
2002	7500	5567	0.742	856	7	3555	4.2
2003	7500	5700	0.760	732	8	3945	5.4
2004	7500	5946	0.793	1043	6	4660	4.5
<b>Prom.</b>		<b>4435</b>			<b>10</b>	<b>3925</b>	<b>9.9</b>
<b>TC</b>		<b>70.7</b>			<b>-51</b>	<b>74</b>	<b>-50.22</b>
<b>TCMA</b>		<b>6.1</b>			<b>-7</b>	<b>6</b>	<b>-6.73</b>

<sup>1</sup> Costo del agua por lamina de riego (0.75 m)

<sup>2</sup> Resulta de dividir lámina de riego/(Ha.) / Costo total del agua

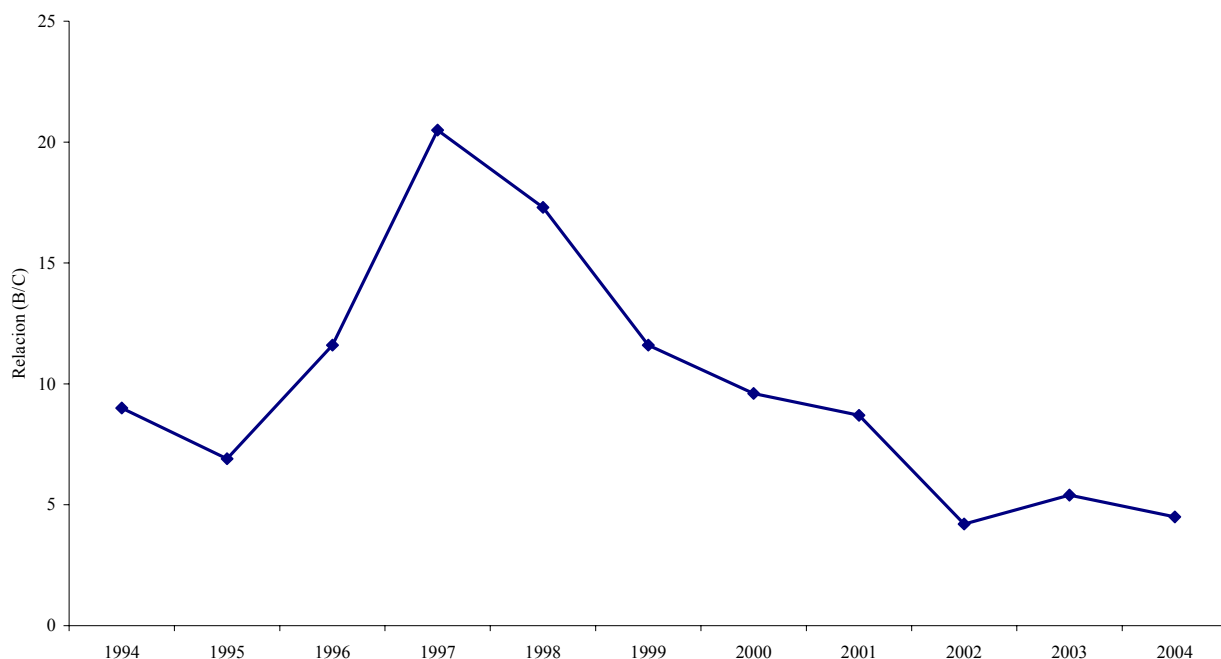
<sup>3</sup> Costo/Tonelada. Resulta de dividir lámina de riego/ Rend. / (Ha.)

<sup>4</sup> Rendimiento/Ha. Tomado de la Tabla 3.2

<sup>5</sup> Valor/ton

<sup>6</sup> Resulta de dividir el Valor/Ton. /Costo del agua/tonelada producida

En la figura 3.12 se muestra la relación beneficio –costo del agua de uso agrícola por tonelada de vid producida. Para el periodo 1994 -2004, se registra un cociente promedio de 1:9.9, es decir, por cada peso invertido en agua de riego, se recupera 9.9 veces la inversión. El período muestra una disminución del 50% al pasar de 1:9 en 1994 a 1:4.5 en el 2004 a una tasa anual de -6.73%. Es decir, por cada lámina de riego aplicada en 1994 a un precio de \$3,484.00 en 1994, se producían 12 toneladas de vid con un valor de \$31,267.00 mientras que en el 2004, por cada lámina de riego aplicada a un precio de \$5,946.00 se obtienen 6 toneladas.

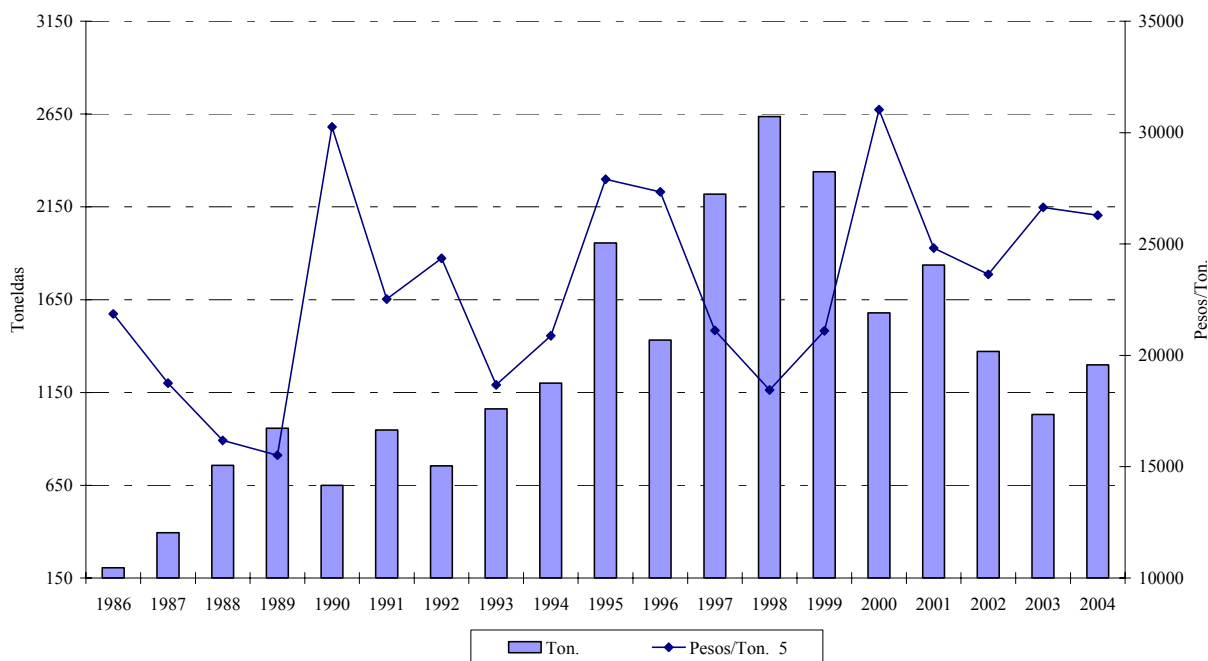


**Figura 3.12. Relación Beneficio (valor/ton)/ –costo del agua/ton producida**

### **3.1.7. Balanza comercial de vinos de mesa de México 1986 -2004**

El volumen de las exportaciones de vino durante el periodo 1986 -2004, registra un crecimiento del 533% al pasar de 205 toneladas a 1299 en el año 2004, a una tasa media anual del 11.4%, mientras que el valor por tonelada presenta un crecimiento del 20% al pasar de \$21,857 a \$26,293 a una tasa anual del 1%.

La figura 3.13 muestra el comportamiento del volumen y valor de las exportaciones para el período 1986 -2004. Obsérvese como el período 1986 -1993 previo a la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), registra un mayor crecimiento que el período posterior a la entrada en vigor del tratado, al pasar de 205 toneladas en 1994 a 1062 en 1993, es decir, creció 418% a una tasa anual del 26% en comparación con una variación del 8.25% al pasar de 1200 toneladas en 1994 a 1299 en el 2004. En lo que respecta a valor, el período 1986 -1993 presenta una disminución de 14.57% al pasar de \$21,857.00/ton en 1986 a \$18,671.00/ton en 1993 a una tasa anual de -2.22%. El período 1994 -2004, muestra una variación del 25.93% al pasar de \$20,879.00/ton en 1994 a \$26,293.00/ton en el 2004.

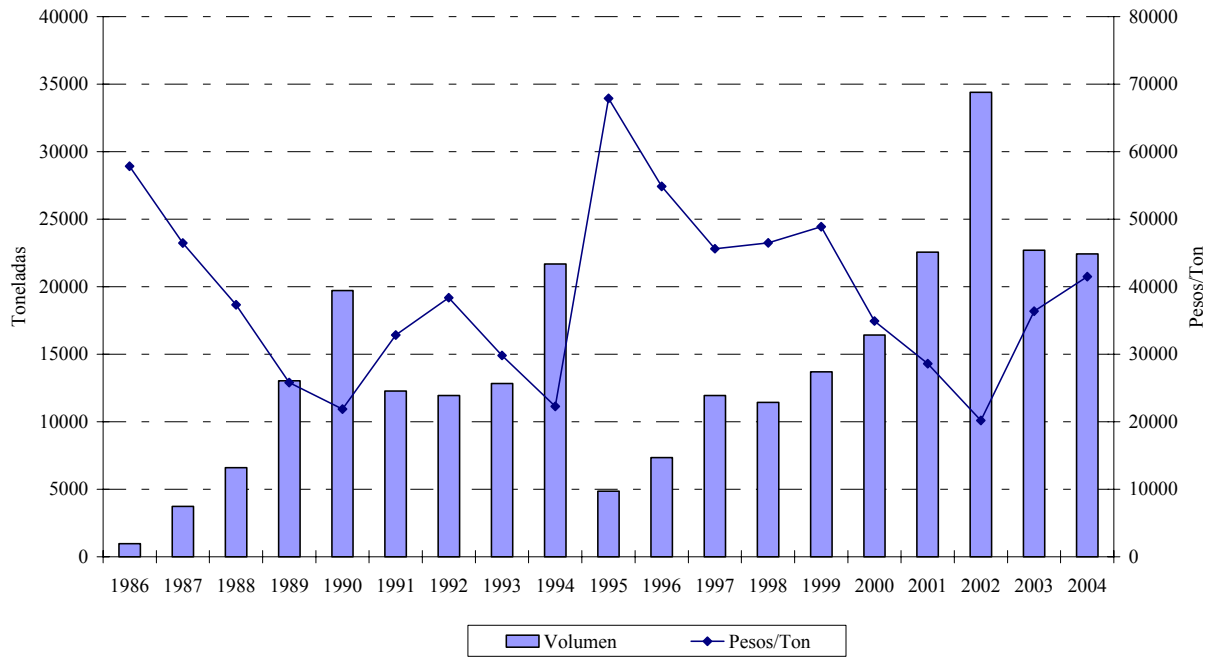


**Figura 3.13. México: volumen y valor de las exportaciones de vino de mesa 1986 -**

**2004**

El rubro de las importaciones de vino de mesa muestra un crecimiento del 533% al pasar de 964 toneladas en 1986 a 22,424 en el 2004, contrario al dinamismo presentado en el valor por tonelada, el cual registró una disminución de -28% al pasar de \$57,851 en 1986 a \$41,482 en el 2004.

En la figura 3.14 se observa un mayor crecimiento en el volumen importado en el período 1986 -1993 al registrar un crecimiento de 1230%, al pasar de 964 en 1986 a 12,826 en 1993, mientras que el período 1994 -2004 registra una variación del 3.4% al pasar de 21,677 a 22,424 en el año 2004. No obstante, pese a haber registrado un mayor crecimiento en volumen, el período previo al TLCAN registra una variación de -48%, en el valor por tonelada (pesos de 2003), al pasar de \$57,851 en 1986 a \$29,804 en 1993, comparado con un crecimiento del 86% en el período posterior al TLCAN, al pasar de \$22,841 en 1994 a \$41, 482 en el 2004.

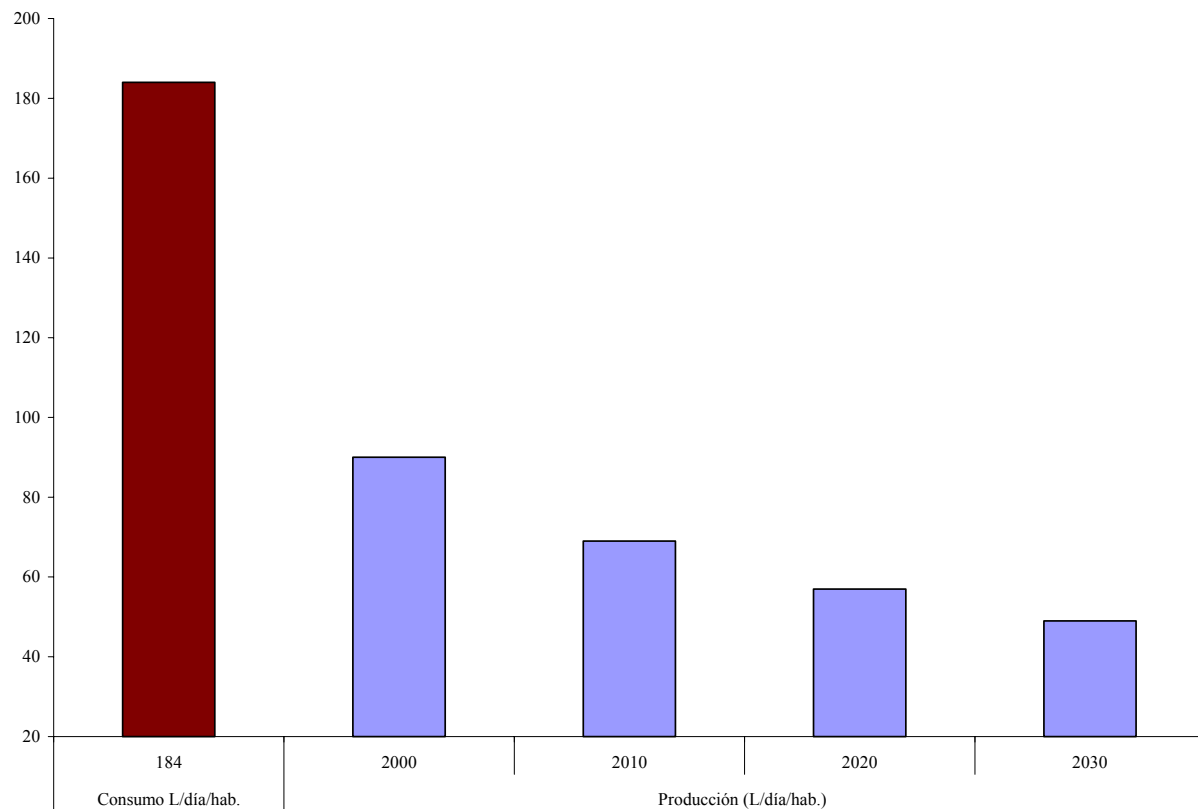


**Figura 3.14. México: volumen y valor de las importaciones de vino de mesa 1986 -**

**2004**

### 3.2. Dinámica poblacional y evolución de la demanda de agua de la ciudad de Ensenada

La tabla 3.4 muestra las proyecciones de población de la ciudad de Ensenada del 2000 - 2030 y su relación con el consumo de agua de uso público urbano. La población al 2030 será de 415,356 habitantes, es decir, la ciudad crecerá 81% respecto al 2000 a una tasa media anual del 2.08%, por lo que la demanda de agua se incrementará en la mismo porcentaje. En este sentido, figura 4.14 muestra la producción de agua por habitante. En ella se observa como la producción disminuirá de 90 l/día/habitante en el 2000 a 47 l/día/habitante en el 2030.



**Figura 3.15. Producción de agua por habitante 2000 -2030**

### 3.3. Recarga y descarga del acuífero 1980 -2004

La figura 3.16 muestra los valores de recarga y descarga total del acuífero del Valle de Guadalupe para el período 1980 -2004. Los volúmenes de 1999 -2004 fueron estimados con base en la serie de 1948 -1998 con un 95% de confiabilidad. Doce de los 25 años del período muestran valores de descarga superiores a la recarga, por lo que el resultado es un acuífero sobreexplotado para la mitad del período. Se observan 3 picos importantes en 1980, 1983 y 1998, estos se deben a las lluvias extraordinarias presentadas en esos años.

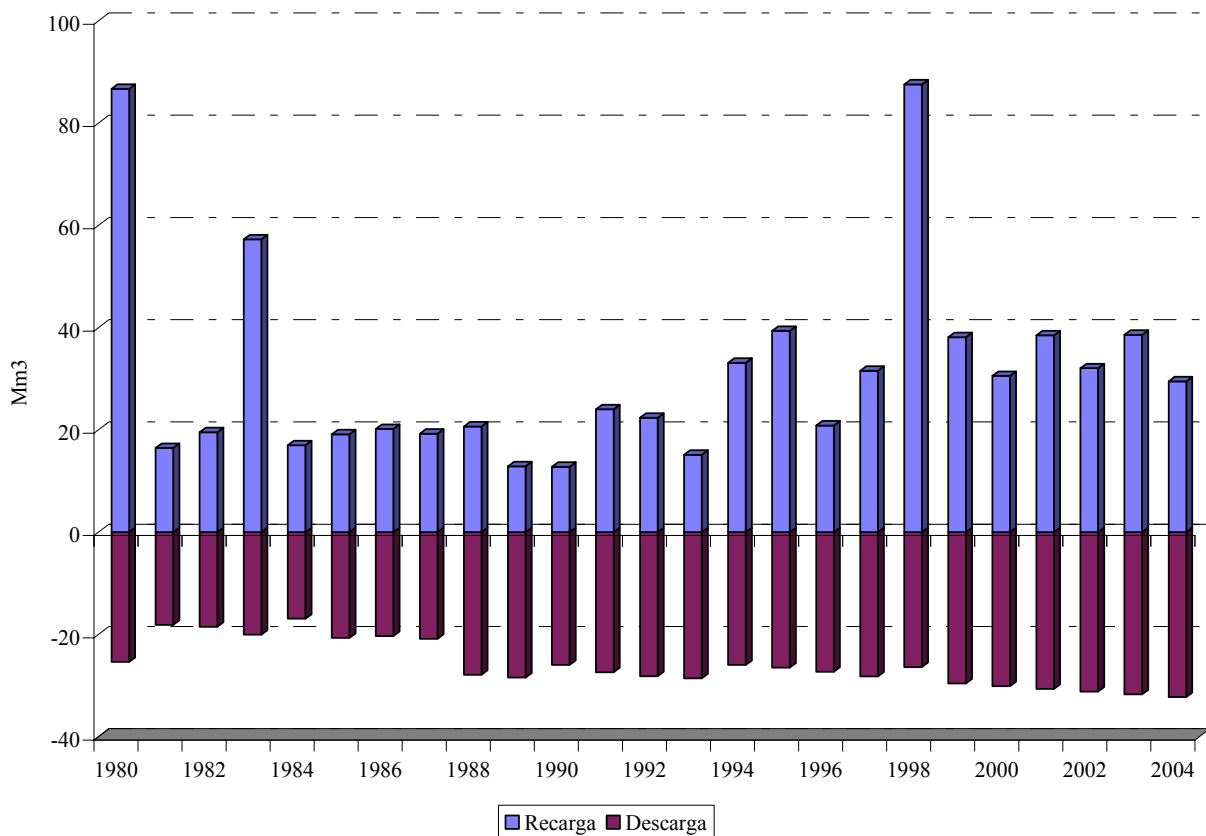


Figura 3.16. Recarga y descarga total del acuífero del Valle de Guadalupe 1948 - 2004 (1999 -2004 son estimaciones).

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al comparar la recarga con la descarga del acuífero del Valle de Guadalupe durante el período 1980 -2004, la mayor parte de los años la descarga excede a la recarga, por lo cual se presentan períodos consecutivos de sobreexplotación; sin embargo, los años que han presentado lluvias extraordinarias como 1998 han permitido recuperar el déficit de años anteriores. Debido a ésta incertidumbre meteorológica no es posible hablar de un valor de recarga promedio representativo de los períodos secos y húmedos, por ello, se tienen períodos con sobreexplotación en años secos y subexplotación en años lluviosos.

Esta variación en el balance hídrico no muestra un impacto significativo en las variables que explican la eficiencia productiva de la vid en el Valle de Guadalupe en condiciones de riego. Lo anterior se debe a que a lo largo de todo el período se ha mantenido una lámina de riego constante de 0.75 m y a que la superficie sembrada de vid en éstas condiciones muestra una tasa de crecimiento del 50%. Este crecimiento está relacionado con la disminución del 15% de la superficie sembrada de vid en Baja California bajo condiciones de riego y 15% en condiciones de temporal, proceso que puede estar asociado con la escasez de agua en otras zonas productoras y a programas sectoriales de SAGARPA como apoyos a la tecnificación del riego y el Sistema Producto Uva (SISPRO) y estatales como el cluster vitivinícola de Baja California.

Aunado a ello, la ciudad de Ensenada presentó un crecimiento medio anual del 6.1% en el período 1921 -2000 y según proyecciones de CONAPO, la población pasará de 228,268 habitantes en el 2000 a 415,000 en el 2030. Ésta situación enfrenta a la ciudad a un reto considerable en materia de abastecimiento de agua potable debido a la condición de escasez del recurso y a la alta dependencia de la ciudad para satisfacer su demanda de fuentes externas como el acuífero del Valle de Guadalupe.

La cuenca misma del Valle de Guadalupe abarca unas 100,000 hectáreas, de las cuales una quinta parte constituye el Valle propiamente dicho susceptible de desarrollo intensivo (Badan et al, 2005), según Saldívar (1946), la superficie dedicada a la agricultura comprende aproximadamente 4000 hectáreas. Si consideramos 4000 hectáreas como la superficie de vocación productiva para el cultivo de la vid bajo un sistema de riego por goteo y una lámina de riego de 0.75 m (INIFAP, 1998), la demanda de agua ascendería a 30 Mm<sup>3</sup> anuales. Ante

ésta situación, se presentaría un conflicto de intereses entre usuarios por la asignación de 9.5 Mm<sup>3</sup> para consumo público urbano de la ciudad de Ensenada.

En función de éste desfase entre la oferta y la demanda de agua se establece la necesidad de explorar nuevas fuentes de abastecimiento. Por ello, el gobierno de Baja California en colaboración con la CNA ha diseñado estrategias de abastecimiento que pueden clasificarse en función del período para su operación. A mediano plazo se contempla el reuso de agua residual tratada y; en el largo plazo, la desalación de agua de mar; esto según el “Programa Hidráulico 2001 -2020 de la Península de Baja California” (CNA, 1998).

En lo que respecta al reuso de aguas tratadas, el proyecto “Análisis económico – Ingenieril en Baja California”, plantea el reuso de hasta 6.3 Mm<sup>3</sup>/año de aguas residuales de la planta de tratamiento “el gallo” para la recarga artificial del acuífero de Guadalupe y hasta 6.3 Mm<sup>3</sup> de aguas residuales de “El Sauzal” para la irrigación agrícola del Valle. Aunque hasta el momento no se han realizado estudios de factibilidad social de éstas alternativas, de concretarse la reinyección y el reuso de los volúmenes anteriores, el acuífero de Guadalupe recuperaría los 9.5 Mm<sup>3</sup> asignados a Ensenada, e incluso, habría un ligero excedente (3.1 Mm<sup>3</sup>). Por lo tanto, el incremento en el volumen de agua disponible permitiría continuar con la asignación de agua para uso público urbano de la ciudad de Ensenada y el incremento en la superficie sembrada de vid bajo riego por goteo en el Valle de Guadalupe.

El vino mexicano, tiene un futuro promisorio en la exportación, pues aunque su participación en el mercado exterior ha sido incipiente, sus ventas al exterior han mantenido un crecimiento continuo. En el período 1994 -2004 las exportaciones presentan un crecimiento menor en volumen respecto al período 1986 -1993. En lo que respecta al valor, esta variable presentó un mayor crecimiento durante 1994 -2004 respecto a 1986 -1993. Esto se explica por la devaluación del peso mexicano en 1993 y a la apertura comercial en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). El rubro de las importaciones registró un mayor crecimiento en volumen en el período previo al TLCAN y un incremento en valor en el período posterior. De ésta manera, el valor del vino importado presenta una diferencia promedio de casi \$20,000.00 respecto a los nacionales.

Derivado de ésta situación, el gobierno de Baja California ha desarrollado el “*Cluster Vitivinícola*” como una estrategia para generar ventajas competitivas integrales que coadyuven a lograr la eficiencia productiva y el involucramiento activo de otros actores en el



desarrollo económico del estado, caracterizando éste involucramiento a través de la Matriz - Insumo -Producto de Baja California. Éste “cluster” se caracteriza porque sus actividades presentan multiplicadores del producto poco relevantes, lo que significa que para que el multiplicador del producto se incremente se debe incrementar la producción de vinos.

La producción de vinos en el Valle está íntimamente ligada a la producción de vid en campo y a la expansión del mercado. De tal manera que el nivel de productividad de la vid y la calidad de la cosecha afecta considerablemente a todo el sistema agroindustrial, esto debido a que en la elaboración de los vinos sólo se utiliza vid producida en los valles de la zona.

La superficie sembrada de vid bajo riego en el Valle de Guadalupe para el período 1994 -2004 presenta un crecimiento del 50% asociado a una disminución de la superficie sembrada bajo riego y temporal de la vid en Baja California de 15% para ambas modalidades. Ésta disminución en la superficie sembrada de vid en Baja California e incremento en el Valle, está asociada a un proceso de reconversión de variedades “tradicionales” de temporal por variedades de riego de mejor colocación en el mercado y a la sequía registrada en los últimos tres años consecutivos. Cabe destacar que la conversión de estas variedades implica altos costos de inversión para el productor y éste a su vez, tiene dificultades para acceder a créditos, situación que ha obligado a algunos productores a abandonar la actividad.

Ante ésta situación, en los últimos años ha surgido un grupo de enólogos artesanales, que producen lo que se llama “vinos de autor”. Estos vinos logran alcanzar altos precios en el mercado debido a que son de producción limitada para un mercado selecto. Sin embargo, debido a que su precio está en función de la calidad de la vid cosechada, su calidad y precio varían de un año a otro. Debido a ello, la Secretaría de Fomento Agropecuario ha iniciado un programa con productores de uvas de Baja California para reactivar viñedos de temporal que consiste en aplicar riegos de auxilio a la producción bajo temporal y recuperar la producción de vino basado en las variedades Grenach, Misión, Chenin blanc, Sauvignon blanc y Chardonnay.

Aunque la superficie sembrada de vid en el Valle de Guadalupe presenta un crecimiento sostenido, la superficie cosechada registra una disminución del 13% al pasar de 1349 ha en 1994 a 1178 ha en el 2004. Mientras tanto, la superficie cosechada bajo condiciones de temporal en Baja California muestra una disminución del 70% al pasar de 1055 hectáreas en 1994 a 316 en el 2004; esto se debe a la mala temporada de lluvias en la

zona y a la conversión de variedades descrita anteriormente. Debido a lo anterior, la producción de vid ha disminuido en un 57% para el Valle de Guadalupe, 55% para Baja California en condiciones de riego y 82% para Baja California en condiciones de temporal.

En lo que respecta al rendimiento de vid por hectárea bajo riego en el Valle de Guadalupe para el período 1994 -2004, ésta variable muestra una disminución del 51.2% al pasar de 12 toneladas en 1994 a 6 en el 2004. Ésta variación se debe a prácticas de manejo agrícola como son: introducción de nuevas variedades, administración del estrés hídrico y disminución en la densidad de plantas por hectárea. Esto según las características deseadas en la producción. Mientras tanto, el rendimiento de vid por hectárea en condiciones de temporal para Baja California registra una disminución del 40% al pasar de 2.1 toneladas en 1994 a 1.2 toneladas en el 2004 debido a períodos de sequía.

En años con lluvias extraordinarias como 1997, el valor de la producción de temporal registra un valor por tonelada de \$7,778, superior al valor por tonelada registrado en el Valle y en Baja California. Esto debido a la situación descrita en el párrafo anterior sobre el manejo del estrés hídrico, por lo que en éstos casos, la superficie sembrada bajo temporal incrementa el rendimiento y la calidad de la cosecha. En éste sentido, el valor constante producido por una hectárea medida a través del Índice de Rendimiento por Hectárea (IRH) con respecto al 2003, presenta mayor variación en la superficie de temporal para casi todos los años del período dependiendo de la temporada de lluvias, excepto el 2004 en que el rendimiento se vio disminuido.

Los costos de producción de la vid por hectárea en el Valle de Guadalupe muestran una diferencia promedio de \$15,535.00 respecto a los costos de producción de la vid por hectárea en Baja California en condiciones de temporal con tendencias al alza para el primero y a la baja en el segundo. De ésta manera, la relación beneficio costo presenta un cociente promedio igual a 2 para ambos casos, es decir, la única diferencia radica en el monto de la inversión. Cabe destacar que en cinco de los 11 años del período, ésta relación es mayor para la producción bajo temporal, presentando el pico más alto en 1997 que coincide también con la presencia de lluvias extraordinarias.

## CONCLUSIONES

Hasta el momento, la asignación de agua a la ciudad de Ensenada no muestra impactos en los niveles de productividad de la vid en el Valle de Guadalupe debido a que los productores utilizan una lámina de riego constante para el cultivo, sin embargo, en el corto plazo, ésta asignación puede limitar el crecimiento de la superficie sembrada bajo riego. De continuar con las tendencias al alza de la superficie sembrada de vid y el crecimiento continuo en la demanda de agua de uso público urbano de la ciudad de Ensenada, se avizora un conflicto de intereses que podría frenar el desarrollo de la agroindustria del vino en el Valle de Guadalupe.

La productividad de la vid bajo condiciones de riego en el Valle de Guadalupe está en función del aprovechamiento del agua subterránea (lámina de riego) de dicho Valle, la disminución controlada del rendimiento por hectárea y el incremento en la calidad de la vid cosechada. Mientras que la productividad de la vid bajo condiciones de temporal en Baja California está en función de la aplicación de riegos de auxilio, el incremento en el rendimiento y la diferenciación cualitativa de la cosecha para la elaboración de vinos de producción limitada dirigidos a un mercado exclusivo.

La diversificación del mercado de vinos puede detonar cambio en la demanda de agua según las características deseadas en la producción de vid. Ante ésta situación, se registran dos vertientes: una enfocada a la conversión de variedades de temporal por variedades con mayor aceptación comercial que requieren el mismo uso intensivo de agua y otra que consiste en conservar y reactivar los viñedos con variedades de temporal y la aplicación de riegos de auxilio por goteo.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los viticultores evaluar la eficiencia técnica y económica de la agroindustria en su conjunto considerando la producción de vid en campo como parte fundamental de la cadena productiva y su relación con el uso del agua como insumo en el proceso productivo.

Se recomienda a los productores agrícolas evaluar la eficiencia de los sistemas de riego y la calidad de vid producida con el fin de optimizar el uso del agua y maximizar sus ganancias disminuyendo los costos de bombeo para irrigación y pérdidas debido a cosechas con bajos niveles de calidad. Para ello, es necesario mantener una relación de colaboración entre los centro de investigación como la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), el Centro de Investigaciones Científicas y Educación Superior de Ensenada (CICESE) y el Colegio de la Frontera Norte (COLEF) entre otros, con el fin de apoyar e incorporar los resultados de investigaciones que puedan mejorar la actividad y solucionar los problemas de carácter técnico, económico y social que se presentan en la zona.

Se recomienda a los vinicultores definir estándares de calidad para la vid industrial con el apoyo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y la Secretaría de Desarrollo Económico del Estado (SEDECO). Para ello es necesaria la integración del productor agrícola en activo al mercado a través de los procesos de comercialización. Ésta Política debe considerar la organización de los productores; la capacitación de éstos, para que puedan entender y atender el mercado; y, crear instrumentos financieros que puedan dar continuidad a la articulación del mercado de los viticultores.

Se recomienda a las autoridades municipales elaborar un Plan de Desarrollo para el Valle con criterios de multifuncionalidad de la vitivinicultura, es decir, conservación del medio ambiente y dar al sector una sustentabilidad sin que se sobre exploten los recursos suelo y agua. Para ello, debe instrumentarse una política de regulación del acuífero que integre los intereses de los actores locales en la que se especifique el volumen de extracción de agua anual manteniendo el balance hídrico basado en estudios geohidrológicos y considerando los derechos de agua actuales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, C. Acuíferos sobreexplotados: organización legal; Castillo, A. y Padilla, A. (editores). La sobreexplotación de acuíferos. Instituto Tecnológico Geominero de España. Almería., España, 1989.

Altieri, Miguel. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. Agricultura Técnica 54, núm. 4:37 -86. Chile. 1987

Andrade, Borbolla, Manuel. Actualización Geohidrológica del Valle de Guadalupe, Municipio de Ensenada, Baja California. Grupo Agroindustrial del Valle de Guadalupe. México. Pág. 3. México. 1997

Andrade Borbolla, Manuel, CESPE. Análisis complementario sobre la Actualización Geohidrológica del Valle de Guadalupe. México. 1998.

Badan, Antonio; Kretschmar, Thomas; Espejel, Ileana; Cavazos, Teresa; D'Acosta, Hugo; Leyva, Claudia; Arámburo Guillermo. Hacia un plan de manejo del agua en el Valle de Guadalupe, Baja California. México, 2005.

Brañes, Raúl. Aspectos jurídicos del manejo de las aguas del subsuelo en la zona fronteriza mexicana, en: Manejo ambientalmente adecuado del agua. La frontera México – Estados Unidos. El Colegio de la Frontera Norte. México. 1991.

Brañes, Raúl. Manual de Derecho Ambiental Mexicano. Fondo de Cultura Económica. México. 2000.

Carlos Sánchez, José. Conferencia: Situación del Agua y Perspectivas en Baja California. En Coloquio Disponibilidad y abastecimiento de agua en nuestra región. Tijuana, B. C. México. 20 de abril de 2006

Carrica C, Jorge y Lexow, Claudio. Evaluación de la recarga natural al acuífero de la cuenca superior del arroyo Napostá Grande, provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina v.59 n.2 Buenos Aires abril/junio. 2004

Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C. The Nippon Foundation. El recurso hídrico en México. Análisis de la situación actual y perspectivas futuras. México. 2003.

Consejo Nacional de Población. Proyecciones municipales y por localidad 2000 - 2030. Para esta proyección el CONAPO consideró las localidades que tienen 15000 habitantes o más. Consultada en: <http://www.conapo.gob.mx> Verificada en agosto de 2006

Comisión Nacional del Agua (CNA). Informe final del estudio geohidrológico del Valle de Guadalupe. Elaborado por Técnicas Modernas de Ingeniería. México. 1977

Comisión Nacional del Agua (CNA). Informe preliminar del Estudio Geohidrológico del Valle de Guadalupe. Elaborado por Geofísica del Noreste. México. 1982

Comisión Nacional del Agua (CNA). Estudio de actualización piezométrica y geoquímica del Valle de Guadalupe, municipio de Ensenada. Febrero de 1991.

Comisión Nacional del Agua. Programa Hidráulico 1995 -2000. México. 1996.

Comisión Nacional del Agua, Subgerencia Regional Técnica. Actualización piezométrica del Valle de Guadalupe. México. 1998.

Comisión Nacional del Agua, Subgerencia Regional Técnica. Actualización del Balance Geohidrológico del Valle de Guadalupe. México. 1998

Comisión Nacional del Agua (CNA). Estudio de reactivación de redes de monitoreo piezométrico de los acuíferos de los Valles de Maneadero, San Quintín y Guadalupe, B.C. Elaborado por: Consorcio de Ingeniería Mexicana. México. Diciembre de 2001.

Comisión Nacional del Agua (CNA). Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero de Guadalupe estado de Baja California. México, D.F. abril de 2002.

Comisión Nacional del Agua (CNA). Modelo de Simulación Hidrodinámica del Acuífero del Valle de Guadalupe, B. C. Elaborado por Desarrollo y Sistemas, S. A. México. 2004.

Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo. Nuestro futuro común. Madrid, España. 1992

Custodio, Emilio. Consideraciones sobre la sobreexplotación de acuíferos en España; en Pulido, A; Castillo, A. y Padilla, A. (editores). La sobreexplotación de acuíferos, Almería. Instituto Tecnológico Geominero de España. 1989

Dunne, Thomas y Luna B. Leopold. Water in Environmental Planning. Freeman. New York. 1978

Hansen, James. Is Agricultural Sustainability a Useful Concept? En Agricultural systems Vol. 50, núm. 2, 1996, pp. 117 -143. Estados Unidos. 1996.

Herrera Basurto, Héctor. Estudio Topo hidrográfico del Valle de Guadalupe. Tesis de Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. México, D.F. febrero de 1946. Pp. 123

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Censos de Población y vivienda 1921 -2000 y Conteo de Población 1995. México. 2006. Consultado en <http://www.inegi.gob.mx> Verificada en agosto de 2006

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Forestales (INFAP) PRODUCE. Paquetes tecnológicos para el área de influencia del campo experimental “Costa de Ensenada”. Publicación Técnica Núm. 1. México. 1998

Instituto Tecnológico Autónomo de México. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP). Curso para la preparación y evaluación socioeconómica de proyectos. México. 2000

Heredía, Javier y Murillo, José Manuel. Water Balance estimation of recharge with numeric model in small basins in the Gran Canaria Island South –East. Instituto Geológico y Minero de España. Consultado en internet: <http://aguas.igme.es/igme/publica/pdfs>. Pp. 19. Verificada en agosto de 2006

Hernández Laos, Enrique. Evolución de la productividad de los factores en México 1950 -1967. México, 1973

Hernández Laos, Enrique. La productividad y el desarrollo de la industria en México. Fondo de Cultura Económica. México, 1985.

Ley Federal de Derechos en Materia de Aguas. Consultada en: [http://www.semarnat.gob.mx/marco\\_juridico/federal/LDF012002.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/marco_juridico/federal/LDF012002.pdf) Verificada en agosto de 2006

Leyva Aguilera, Juana; Espejel, Ileana y Arámburo, Guillermo. Ordenamiento ecológico del corredor de San Antonio de las Minas –Valle de Guadalupe. Informe parcial. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. México. 2004.

Ley de Aguas Nacionales. Consultada en: [http://www.semarnat.gob.mx/marco\\_juridico/federal/aguas-nacionales.shtml](http://www.semarnat.gob.mx/marco_juridico/federal/aguas-nacionales.shtml) Verificada en agosto de 2006

Mares Olmos, Miguel Ángel. Propuesta de manejo del acuífero del valle agrícola de Maneadero, BC. Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte (COLEF). Tijuana, B.C. México. 1996.

Masera, Omar; Astier, Marta y López –Riadura, Santiago. Sustentabilidad y manejo de los recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. México. 1999

Meadows, Donella H; Meadows, Dennis L. y Randers, Jorgen. Más allá de los límites del crecimiento. España. 1992

Muñante Pérez, Domingo. Formulación y evaluación de proyectos. Universidad Autónoma Chapingo. México. 2000

Norma Oficial Mexicana NOM -001 -SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Consultado en: <http://www.economia-noms.gob.mx/> verificada el 14 de noviembre de 2006

Norma Oficial Mexicana NOM -002-SEMARNAT -1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado. Consultado en: <http://www.economia-noms.gob.mx/> verificada el 14 de noviembre de 2006.

Norma Oficial Mexicana NOM -003 -SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios. Consultado en: <http://www.economia-noms.gob.mx/> Verificada el 14 de noviembre de 2006.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2001, Conservación del recurso agua -que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Consultado en: <http://www.economia-noms.gob.mx/> Verificada el 14 de noviembre de 2006

Parkin, Michael. Microeconomía 2ª edición. Addison –Wesley Iberoamericana. Wilmington. Estados Unidos. Pág. 236 -237. 1995

Pineda Pablos, Nicolás. Proyección de la demanda de agua en Hermosillo hacia el 2020. II Foro de Agua. Departamento de Geología de la Universidad de Sonora. México. 2001

Saldívar Morales, Leonel. Ante –proyecto del sistema de riego del Valle de Guadalupe, BC. Tesis Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. México. D.F.1946.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Metodologías para la integración y análisis de indicadores y modelos del sector agropecuario. México. 2003

Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Informe final del estudio geohidrológico del Valle de Guadalupe, estado de Baja California Norte. Elaborado por Técnicas Modernas de Ingeniería. México. 1977

Secretaria de Desarrollo Económico (SEDECO). Gobierno del Estado de Baja California. Cluster estratégico Plan vitivinícola. México. 2004

Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. Consultado en: <http://www.economia-snci.gob.mx:8080/siaviWeb/siaviMain.jsp>. Verificada el 18 de octubre de 2006.

Ramírez Acosta, Ramón de Jesús y Mendoza Espinosa, Leopoldo Guillermo. Economía del Agua en Baja California. Reuso de aguas residuales tratadas bajo mecanismos de mercado. Universidad Autónoma de Baja California. México. 2005

Turner, Kerry; Pearce, David and Bateman, Ian. Environmental Economics: an elementary introduction. Estados Unidos. 1993

Villa Sánchez, Sughei. La competitividad en el sistema productivo local del vino en el Valle de Guadalupe. Tesis de Maestría en Desarrollo Regional. El Colegio de la Frontera Norte. Tijuana, Baja California. México. 2002.

Villanueva Martínez, Manuel y López Iglesias, Alfredo. Pozos y Acuíferos. Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo. Talleres gráficos IBERGESA, Madrid 1984.

Yep Guizar, Shakira. La productividad de la Industria azucarera mexicana. Tesis de Maestría en Economía Aplicada. El Colegio de la Frontera Norte. Tijuana, B.C. México. 2002.



# ANEXOS

**Tabla 1. Superficie sembrada, cosechada y siniestrada de riego y temporal 1980 -2004.**

Año	Superficie (hectáreas)					
	Temporal			Riego		
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada	Sembrada	Cosechada	siniestrada
1980	1522	1137	385	4806	2439	2367
1981	1378	1121	257	5348	2998	2350
1982	1261	1021	240	6861	4832	2029
1983	1295	1023	272	7139	5474	1665
1984	1260	1020	240	7299	6039	1260
1985	1133	883	250	6811	5955	856
1986	1114	920	194	6295	5566	729
1987	1074	1074	0	5933	5591	342
1988	1073	1002	71	6002	5542	460
1989	1072	984	88	5719	5491	228
1990	1157	858	299	5581	5223	358
1991	1231	924	307	5453	5062	391
1992	1137	934	203	5037	4815	222
1993	1086	1006	80	4874	4421	453
1994	1060	1055	5	4591	4181	410
1995	1060	1060	0	4291	4039	252
1996	1073	1073	0	4184	4184	0
1997	1073	1073	0	4603	4425	178
1998	1073	1073	0	4533	4306	227
1999	1087	1081	6	4574	3968	606
2000	1256	1222	34	4098	3801	297
2001	1372	1053	319	4162	3910	252
2002	1006	238	768	4098	3333	765
2003	896	277	619	3959	3513	446
2004	896	316	580	3912	2992	920
<b>Promedio</b>			<b>208.68</b>			<b>722.52</b>
<b>TCMA</b>		<b>-5.1952111</b>			<b>0.85511011</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA con datos del SIACON 1980 -2004.

**Tabla 2. Índice de Superficie Cosechada (ISC) riego y temporal 1980 -2004. Año base 2003.**

<b>Años</b>	<b>ISC Temporal</b>	<b>ISC Riego</b>
1980	410	69
1981	405	85
1982	369	138
1983	369	156
1984	368	172
1985	319	170
1986	332	158
1987	388	159
1988	362	158
1989	355	156
1990	310	149
1991	334	144
1992	337	137
1993	363	126
1994	381	119
1995	383	115
1996	387	119
1997	387	126
1998	387	123
1999	390	113
2000	441	108
2001	380	111
2002	86	95
<b>2003</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
2004	114	85

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA con datos del SIACON 1980 -2004.

**Tabla 3. Producción y rendimiento por hectárea de vid riego y temporal 1980 - 2004.**

Año	Riego		Temporal	
	Producción (Ton.)	Rend./(Ha.)	Producción (ton.)	Rend./(Ha.)
1980	27805	11.4	5627	4.949
1981	22545	7.52	1625	1.45
1982	65112	13.475	6000	5.877
1983	47847	8.741	2046	2
1984	36261	6.004	1386	1.395
1985	62310	10.463	1372	1.554
1986	21687	3.896	1380	1.5
1987	43352	7.754	1054	0.981
1988	45159	8.149	1594	1.591
1989	31964	5.821	802	0.815
1990	28500	5.457	798	0.93
1991	37907	7.489	1498	1.621
1992	41385	8.595	1716	1.837
1993	43830	9.914	1824	1.813
1994	49455	11.829	2179	2.605
1995	31012	7.678	1972	1.86
1996	29803	7.123	1610	1.5
1997	51251	11.582	1180	1.1
1998	46483	10.795	3004	2.8
1999	41000	10.333	1730	1.6
2000	30658	8.065	2367	1.937
2001	32879	8.409	2183	2.074
2002	24928	7.479	202	0.85
2003	27907	7.944	262	0.948
2004	22297	7.453	394	1.248
<b>Promedio</b>	<b>37733.48</b>	<b>8.53472</b>	<b>1832.2</b>	<b>1.8734</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA con datos del SIACON 1980 -2004.

**Tabla 4. Riego: Valor de la producción de vid a precios constantes 1980 2004.**

Año	Valor producción	Producción (Ton.)	Valor / (Ton.)	Rendimiento /(Ha.)	Valor /(Ha.)
1980	202.6	5627	6562	5	32477
1981	114.5	1625	5001	1	7251
1982	244.5	6000	3726	6	21895
1983	228.8	2046	3833	2	7666
1984	150.1	1386	3119	1	4351
1985	180.5	1372	3029	2	4707
1986	56.2	1380	2614	2	3922
1987	173.2	1054	3031	1	2973
1988	193.0	1594	3065	2	4877
1989	252.6	802	2692	1	2194
1990	258.1	798	2751	1	2559
1991	330.5	1498	3650	2	5916
1992	136.3	1716	2849	2	5233
1993	132.1	1824	5780	2	10480
1994	149.1	2179	2656	3	6918
1995	117.3	1972	1770	2	3293
1996	114.9	1610	2292	2	3438
1997	237.3	1180	7778	1	8556
1998	316.2	3004	4271	3	11960
1999	161.5	1730	3596	2	5753
2000	150.5	2367	3928	2	7609
2001	141.2	2183	2691	2	5580
2002	91.4	202	2619	1	2226
2003	101.6	262	1782	1	1690
2004	129.5	394	3295	1	4112

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA con datos de SIACON 1980 -2004. Nota: precios corrientes valorizados a precios constantes. Base 2003.

**Tabla 5. Temporal: Valor de la producción de vid a precios constantes 1980 - 2004.**

<b>Año</b>	<b>Valor producción (Millones de pesos 2003)</b>	<b>Producción (Ton.)</b>	<b>Valor/ (Ton.)</b>	<b>Rend. / (Ha.)</b>	<b>Valor/ (Ha.)</b>
1980	36.9	27805	7287	11	83074
1981	8.1	22545	5079	8	38195
1982	22.4	65112	3755	13	50598
1983	7.8	47847	4782	9	41803
1984	4.3	36261	4138	6	24846
1985	4.2	62310	2896	10	30302
1986	3.6	21687	2590	4	10089
1987	3.2	43352	3996	8	30986
1988	4.9	45159	4273	8	34823
1989	2.2	31964	7903	6	46005
1990	2.2	28500	9055	5	49415
1991	5.5	37907	8719	7	65297
1992	4.9	41385	3293	9	28300
1993	10.5	43830	3013	10	29874
1994	5.8	49455	3015	12	35659
1995	3.5	31012	3782	8	29040
1996	3.7	29803	3854	7	27451
1997	9.2	51251	4631	12	53634
1998	12.8	46483	6802	11	73426
1999	6.2	41000	3939	10	40699
2000	9.3	30658	4910	8	39600
2001	5.9	32879	4295	8	36114
2002	0.5	24928	3667	7	27428
2003	0.5	27907	3640	8	28915
2004	1.3	22297	5807	7	43281

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA con datos de SIACON 1980 -2004. Nota: precios corrientes valorizados a precios constantes. Base 2003

**Tabla 6. Índice de Rendimiento por Hectárea Base 2003. Riego y temporal 1980 - 2004.**

<b>Año</b>	<b>IRH Temporal</b>	<b>IRH Riego</b>
1980	1926	287
1981	430	132
1982	1299	175
1983	455	145
1984	251	86
1985	279	105
1986	233	35
1987	176	107
1988	289	120
1989	130	159
1990	152	171
1991	351	226
1992	310	98
1993	622	103
1994	325	123
1995	195	100
1996	204	95
1997	507	185
1998	709	254
1999	341	141
2000	451	137
2001	331	125
2002	132	95
<b>2003</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
2004	244	150

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA con datos del SIACON 1980 -2004.

**Tabla 7. Proporción del valor de la producción por hectárea Riego/temporal 1980 -2004.**

Año	Temporal	Riego	Proporción Riego/Temp.
	Valor/Ha	Valor/Ha.	
1980	32477	83074	3
1981	7251	38195	5
1982	21895	50598	2
1983	7666	41803	5
1984	4351	24846	6
1985	4707	30302	6
1986	3922	10089	3
1987	2973	30986	10
1988	4877	34823	7
1989	2194	46005	21
1990	2559	49415	19
1991	5916	65297	11
1992	5233	28300	5
1993	10480	29874	3
1994	6918	35659	5
1995	3293	29040	9
1996	3438	27451	8
1997	8556	53634	6
1998	11960	73426	6
1999	5753	40699	7
2000	7609	39600	5
2001	5580	36114	6
2002	2226	27428	12
2003	1690	28915	17
2004	4112	43281	11

Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA con datos del SIACON 1980 - 2004.



**Tabla 8. Rentabilidad de la producción de vid de temporal 1995 -2004. Valores constantes (Año Base = 100)**

Año	Valor producción	Producción (Ton.)	Valor/ (Ton.)	Rendimiento/ (Ha.)	Valor/ (Ha)	Costo Producción/ (Ha.)	Rentabilidad/ (Ha.)
1995	3490919	1972	1770	2	3293	2424	868
1996	3690334	1610	2292	2	3438	2412	1026
1997	9177992	1180	7778	1	8556	2239	6317
1998	12831103	3004	4271	3	11960	2162	9798
1999	6220307	1730	3596	2	5753	2076	3677
2000	9298338	2367	3928	2	7609	2178	5431
2001	5873541	2183	2691	2	5580	2324	3257
2002	529008	202	2619	1	2226	2333	-107
2003	467000	262	1782	1	1690	2470	-780
2004	1298138	394	3295	1	4112	2611	1501

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA con datos del SIACON 1995 -2004 y datos de SAGARPA Delegación Ensenada 1995 -2004

**Tabla 9. Rentabilidad de la producción de vid de riego 1995 -2004. Valores constantes (Año Base 2003 = 100)**

Año	Valor producción	Producción (Ton.)	Valor/ (Ton.)	Rendimiento/ (Ha.)	Valor/ (Ha.)	Costo producción/ (Ha.)	Rentabilidad/ (Ha.)
1995	117295996	31012	3782	8	29040	16979	12062
1996	114854860	29803	3854	7	27451	14705	12745
1997	237333196	51251	4631	12	53634	14189	39445
1998	316169048	46483	6802	11	73426	14245	59181
1999	161488835	41000	3939	10	40699	18573	22126
2000	150532395	30658	4910	8	39600	18122	21477
2001	141205449	32879	4295	8	36114	19222	16893
2002	91417958	24928	3667	7	27428	20591	6837
2003	101579000	27907	3640	8	28915	20424	8491
2004	129483296	22297	5807	7	43281	20412	22869

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA con datos del SIACON 1995 -2004 y datos de SAGARPA Delegación Ensenada 1995 -2004

**Tabla 10. Productividad del agua en el cultivo de vid en el Valle de Guadalupe**

Hectáreas	Extracción (m <sup>3</sup> )	Rendimiento promedio/(Ha.)	Valor promedio/(Ha.)
1	7500	8.53472	39954
50	375000	427	1997700
100	750000	853	3995400
150	1125000	1280	5993100
200	1500000	1707	7990800
250	1875000	2134	9988500
300	2250000	2560	11986200
350	2625000	2987	13983900
400	3000000	3414	15981600
450	3375000	3841	17979300
500	3750000	4267	19977000
550	4125000	4694	21974700
600	4500000	5121	23972400
650	4875000	5548	25970100
700	5250000	5974	27967800
750	5625000	6401	29965500
800	6000000	6828	31963200
850	6375000	7255	33960900
900	6750000	7681	35958600
950	7125000	8108	37956300
1000	7500000	8535	39954000
1050	7875000	8961	41951700
1100	8250000	9388	43949400
1150	8625000	9815	45947100
1200	9000000	10242	47944800
1250	9375000	10668	49942500
1300	9750000	11095	51940200
1350	10125000	11522	53937900
1400	10500000	11949	55935600
1450	10875000	12375	57933300
1500	11250000	12802	59931000
<b>1550</b>	<b>11625000</b>	<b>13229</b>	<b>61928700</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA con datos del SIACON 1995 -2004 y datos de SAGARPA Delegación Ensenada 1995 -2004 e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) PRODUCE. 1998.

**Tabla 11. Población en Francisco Zarco (Guadalupe) 1921 -2000**

Año	Fuente	Total de Habitantes	Dinámica poblacional	
			Período	TCMA
1921	CENSO	351	1921-30	-1.55777665
1930	CENSO	300	1930-40	-1.232863676
1940	CENSO	265	1940-50	-5.221772508
1950	CENSO	155	1950-60	18.82799121
1960	CENSO	870	1960-70	14.23018048
1970	CENSO	3291	1970-80	-5.819058634
1980	CENSO	1807	1980-90	3.804723391
1990	CENSO	2625	1990-00	1.77834298
1995	CONTEO	2715	1995-00	3.628284423
2000	CENSO	3131	1921-00	2.845266305

Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2006. Nota: TCMA = Tasa de crecimiento media anual

**Tabla 12. Dinámica poblacional de la ciudad de Ensenada 1921 -2000**

Año	Fuente	Total de Habitantes	Dinámica poblacional	
			Período	TCMA
1921	CENSO	2178	1921-30	3.4
1930	CENSO	3042	1930-40	4.3
1940	CENSO	4616	1940-50	14.7
1950	CENSO	18150	1950-60	8.9
1960	CENSO	42561	1960-70	6.2
1970	CENSO	77687	1970-80	4.5
1980	CENSO	120483	1980-90	3.5
1990	CENSO	169426	1990-00	2.8
2000	CENSO	223492	1995-00	3.8
1995	CONTEO	192550	1921-00	6.1

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2006. Nota: TCMA = Tasa de crecimiento media anual

Año	Habitantes	CONSUMO (L/día/hab)	DEMANDA	DÉFICIT
<b>2000</b>	<b>228,268</b>	<b>184.7</b>	<b>42</b>	<b>22</b>
2001	235,307	184.7	43	43
2002	242,237	184.7	45	45
2003	249,160	184.7	46	46
2004	255,947	184.7	47	47
2005	262,850	184.7	49	49
2006	269,461	184.7	50	50
2007	276,162	184.7	51	51
2008	282,955	184.7	52	52
2009	289,643	184.7	53	53
<b>2010</b>	<b>296,256</b>	<b>184.7</b>	<b>55</b>	<b>55</b>
2011	302,527	184.7	56	56
2012	309,312	184.7	57	57
2013	315,941	184.7	58	58
2014	322,438	184.7	60	60
2015	328,999	184.7	61	61
2016	335,500	184.7	62	62
2017	341,710	184.7	63	63
2018	348,042	184.7	64	64
2019	354,287	184.7	65	65
<b>2020</b>	<b>360,383</b>	<b>184.7</b>	<b>67</b>	<b>67</b>
2021	366,462	184.7	68	68
2022	372,681	184.7	69	69
2023	378,449	184.7	70	70
2024	384,132	184.7	71	71
2025	389,699	184.7	72	72
2026	395,252	184.7	73	73
2027	400,453	184.7	74	74
2028	405,612	184.7	75	75
2029	410,518	184.7	76	76
<b>2030</b>	<b>415,356</b>	<b>184.7</b>	<b>77</b>	<b>77</b>

## ANEXO 1. VINO BALANZA COMERCIAL 1980 -2006

Año	Tipo de cambio <sup>1</sup>	INPP 2003 <sup>2</sup>	Tipo de cambio <sup>3</sup> Real	Exportaciones		Importaciones	
				US \$/Ton <sup>4</sup>	Pesos (2003) <sup>5</sup>	US \$/Ton <sup>6</sup>	Pesos (2003) <sup>7</sup>
1986	0.629233333	2.106526438	29.8706592	731.71	21857	1,936.72	57851
1987	1.418358333	4.883336594	29.04486115	645.57	18750	1,599.68	46462
1988	2.275266667	10.45811204	21.7559982	743.73	16181	1,715.52	37323
1989	2.475416667	12.55048203	19.72367802	786.83	15519	1,307.92	25797
1990	2.82385	15.89529958	17.76531474	1,703.08	30256	1,231.34	21875
1991	3.022741667	19.49755762	15.5031811	1,453.01	22526	2,118.64	32846
1992	3.099983333	22.5209921	13.76486134	1,769.54	24357	2,786.91	38361
1993	3.109883333	24.71738809	12.58176358	1,483.99	18671	2,368.86	29804
1994	3.503108333	26.43906606	13.24974311	1,575.83	20879	1,681.60	22281
1995	6.492225	35.69260795	18.18927048	1,534.02	27903	3,732.32	67888
1996	7.598683333	47.96314235	15.84275542	1,725.56	27338	3,462.46	54855
1997	7.9231	57.85579197	13.69456666	1,542.38	21122	3,330.90	45615
1998	9.234133333	67.07139778	13.76761725	1,339.91	18447	3,376.61	46488
1999	9.566075	78.19549889	12.23353663	1,725.10	21104	3,994.67	48869
2000	9.469808333	85.61745155	11.06060524	2,805.65	31032	3,156.62	34914
2001	9.316975	91.06943179	10.23062823	2,425.69	24816	2,794.67	28591
2002	9.716416667	95.65079077	10.15821886	2,326.77	23636	1,985.46	20169
2003	10.84570833	100	10.84570833	2,456.84	26646	3,352.15	36356
2004	11.30430833	104.6884071	10.79805171	2,434.95	26293	3,841.60	41482

Elaboración propia con datos de TradeSTAT DE FAO 1986 -2004 (2006)

<sup>1</sup> Tipo de cambio Pesos por dólar E.U.A. Para solventar obligaciones denominadas en moneda extranjera. Fecha de cotizaciones al final período: Ene 1960 –jul 2006. Periodicidad mensual. Unidad: Pesos por dólar. Banco de México

<sup>2</sup> Índice Nacional de Precios al Productor 2003 = 100. Banco de México

<sup>3</sup> Resulta de dividir la columna 1 entre la columna 2 multiplicado por 100

<sup>4</sup> Valor de las exportaciones en dólares por tonelada métrica

<sup>5</sup> Resulta de dividir la columna 5 entre la columna 3 multiplicado por 100

<sup>6</sup> Valor de las importaciones en dólares por tonelada métrica

<sup>7</sup> Resulta de dividir la columna 6 entre la columna 3 multiplicado por 100.