



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**

---

---

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA U.Z.  
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

---

**“INCORPORACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE  
SUSTENTABILIDAD EN LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA,  
EN EL MUNICIPIO JILOTEPEC,  
ESTADO DE MÉXICO.”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAestrÍA EN INGENIERIA CIVIL**

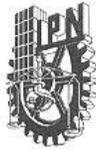
**P R E S E N T A**

**SANDRA IVETTE LEÓN VILLEDA**

**DIRECTORES DE LA TESIS: DR. VÍCTOR MANUEL LÓPEZ LÓPEZ  
M. EN C. GUILLERMO OLARTE GONZÁLEZ**

**MÉXICO, D. F. Junio de 2011.**





SIP-14-BIS

# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México D. F. siendo las 17:00 horas del día 27 del mes de junio del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de E.S.I.A.-U.Z. para examinar la tesis titulada:

"Incorporación de los principios de sustentabilidad en la actividad agrícola, en el municipio Jilotepec, Estado de México".

Presentada por el alumno:

León

Villeda

Sandra Ivette

Apellido paterno

Apellido materno

Nombre(s)

Con registro: 

A	0	9	0	6	8	5
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

### LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dr. Victor Manuel López López

M. en C. Guillermo Olarte González

M. en I. Felipe López Sánchez

Dr. Jorge Meléndez Estrada

Dr. Sergio Cruz León

**PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES**

M. en C. Pino Durán Escamilla



**SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

NUR/2011



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

*CARTA CESIÓN DE DERECHOS*

En la Ciudad de **México, D.F.**, el día **27** del mes de **Junio** del año **2011**, el que suscribe **Sandra Ivette León Villeda** alumno del Programa de **Maestría en Ingeniería Civil** con número de registro **A090685**, adscrito a la **Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, U-Z**, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del **Dr. Víctor Manuel López López** y del **M. en C. Guillermo Olarte González** y cede los derechos del trabajo intitulado: **“Incorporación de los principios de sustentabilidad en la actividad agrícola, en el municipio Jilotepec, Estado de México”**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: **e-mail: ivetteleo@hotmail.com**. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Ing. Sandra Ivette León Villeda



# Incorporación de los principios de sustentabilidad en la actividad agrícola, en el municipio Jilotepec, Estado de México.

## INDICE

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
CAMPO DE ESTUDIO: AGRICULTURA SUSTENTABLE.....	10
OBJETIVOS.....	27
General	
Específicos	
Capítulo 1. El Ambiente y el ser humano.....	28
1.1. Desde el comienzo.	
1.2. Ciclos biogeoquímicos.	
Capítulo 2. Conceptos de sustentabilidad y desarrollo sustentable.....	37
2.1. Génesis de los conceptos de sustentabilidad y desarrollo sustentable.	
2.2. Documentos del paradigma de la sustentabilidad.	
2.2.1. Consejo Mundial de las Iglesias. “Reporte de la conferencia de estudios ecuménicos sobre ciencia y tecnología para el desarrollo humano”.	
2.2.2. Nuestro futuro común.	
2.2.3. Agenda 21.	
Capítulo 3. Agricultura sustentable. Definiciones y alcances del término.....	44
3.1. Agricultura sustentable de acuerdo a la FAO	
3.2. Definiciones de agricultura sustentable.	
3.3. Agricultura ecológica, orgánica y protegida.	
Capítulo 4. Establecimiento de los principios de la agricultura sustentable.....	51



---

Capítulo 5. Herramientas metodológicas para la aplicación de la sustentabilidad.....	57
5.1. Agenda 21.	
5.2. Normas y leyes.	
Capítulo 6. Aplicación de los principios de la agricultura sustentable. Estudio de caso: “Jilotepec, Edo de México”.....	61
6.1. Información básica del sitio.	
6.2. Diagnostico de la actividad agrícola del sitio de estudio.	
Capítulo 7. Propuestas de indicadores para la agricultura sustentable del municipio de “Jilotepec, Estado de México”.....	96
CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL.....	102
BIBLIOGRAFIA. ....	106
ANEXOS.....	108



## RESUMEN

La actividad agrícola en México presenta obstáculos que ocasionan que sea muy difícil poder dedicarse a esta labor, en algunas regiones del país ya no es redituable y además ocasiona daños a los ecosistemas. Por lo que, los agricultores se ven en la necesidad de cambiar de trabajo, vender sus parcelas a precios bajos o abandonarlas dejando un impacto negativo al ambiente.

El presente trabajo plantea desde el punto de vista de la sustentabilidad, la forma en cómo se pueden hacer modificaciones en la agricultura de tal manera que esta vuelva a hacer una fuente de ingreso para las comunidades rurales mejorando la calidad de vida de los habitantes y cuidando el medio ambiente que los rodea.

En primera instancia se establece el plano contextual de la sustentabilidad para definir los principios de la agricultura sustentable, abarcando los aspectos de la agricultura desde la perspectiva ambiental, social y económica.

Una vez desarrollados los temas se integran con la actividad agrícola del estudio de caso, que en esta ocasión es el municipio de Jilotepec, Estado de México. Pero, para esto se hizo un diagnóstico de la región, el cual de manera general muestra la situación agrícola del lugar y muestra datos importantes que se requieren para describir los indicadores.

Utilizando herramientas se proponen los indicadores de sustentabilidad, se definen éstos de acuerdo a las características del poblado y a sus necesidades.

Se plantean actividades de mejora con las que se amplían las opciones de trabajo y de prosperidad para la zona. Las propuestas cumplen con mostrar otra forma de labor que mezcla la sabiduría del pasado con los conocimientos actuales, la tecnología y los avances de la ciencia.

El propósito de esta tesis es mostrar que existen modificaciones a la agricultura tradicional que se practica, con las que el trabajo agrícola de la zona puede llegar a ser sustentable, su aplicación dependerá de integrar los conocimientos y transmitirlos a las personas del lugar, crear grupos de trabajo que presenten iniciativas adecuadas para la región.

La seguridad alimentaria es prioridad en el tema de la agricultura sustentable por que busca satisfacer una de las necesidades básicas del ser humano que es la alimentación.



---

## ABSTRACT

Farming in Mexico presents obstacles that cause is very difficult to pursue this work, in some regions of the country is no longer profitable and also causes damage to ecosystems. So, farmers are in the need to change jobs, sell their land at low prices or abandon them, leaving a negative environmental impact.

This paper argues from the standpoint of sustainability, the way how you can make changes in agriculture so that redo a source of income for rural communities in improving the quality of life for residents and caring the environment around them.

In the first instance establishing the context of the sustainability plan for defining the principles of sustainable agriculture, covering aspects of agriculture from an environmental perspective, social and economic.

Once developed the themes are integrated with farming case study, which this time is the municipality of Jilotepec, State of Mexico. But, for this is a diagnosis of the region, which generally shows the agricultural situation of the place and shows important data needed to describe the indicators.

Using tools are proposed sustainability indicators; they are defined according to the characteristics of the village and their needs.

Improvement activities are proposed extending the options of work and prosperity for the area. The proposals comply with showing another form of work that blends the wisdom of past with present knowledge, technology and advances in science.

The purpose of this thesis is to show that there are modifications to traditional agriculture is practiced, with the agricultural work in the area can become sustainable, the application will depend on integrating knowledge and transmit it to local people, create groups working to submit appropriate initiatives for the region.

Food safety is a priority theme of sustainable agriculture that seeks to satisfy one of the basic human needs is food.



## INTRODUCCIÓN.

La sustentabilidad se ha vuelto un concepto que actualmente se escucha en muchos lados; los científicos, investigadores, líderes mundiales y políticos han llegado a la conclusión de que la forma de vida actual no es sustentable, por lo que es urgente encontrar mecanismos de lucha para evitar catástrofes mundiales.

El planeta tierra tiene un límite para albergar a millones de personas que se integran a la vida año con año, por que requieren de alimento, vestido, hogar, trabajo, en fin, se requieren cada vez más recursos para satisfacer sus necesidades, por lo menos las más básicas para tener una buena calidad de vida. Si a esto le añadimos que cada año se suman más hectáreas de suelo infértil, erosionado o contaminado, que el agua dulce se va agotando o está contaminada, que la pérdida de biodiversidad está generando extinción de especies importantes tanto por su valor cultural como por su valor científico, es cada vez más difícil proveer de lo que se pide por que los ecosistemas están colapsando al explotarlos de manera irracional.

La tecnología trajo beneficios al aplicarse a la agricultura y a la pesca, aumentaron la cosecha de alimentos primordiales que satisfacían la gran demanda de productos, se abrió la brecha a la caza de más especies marinas; los números de producción aumentaron de manera significativa, pero últimamente permanecen estancados o están disminuyendo.

Es el momento para aplicar medidas que mejoren la situación, las opciones solo hay que adecuarlas a cada país y región para que puedan ser factibles. La sustentabilidad cuenta con una herramienta primordial, y esa es el desarrollo sustentable, con lo que se puede empezar a trabajar.

Cuando se dice que un sistema es sostenido, es porque puede continuar con sus procesos de manera indefinida no agotando su capacidad reproductiva. Así es como los ecosistemas han funcionado por mucho tiempo, un ejemplo es cuando se explota un bosque de manera racional, los recursos no se agotan, siempre y cuando se permita que se recuperen.

Las sociedades sustentables entonces tendrán que producir menos contaminantes y administrar los recursos, para mantener la producción de los insumos, con el deber de enseñarles a las generaciones que van creciendo como hacerlo para que a su vez ellos lo apliquen y así se transmita el conocimiento de padres a hijos.

De la naturaleza tomamos los recursos, los cuales, son cualquier cosa que tomamos del ambiente, este vivo o no, y los usamos para satisfacer los requerimientos o los deseos de la gente. Se clasifican en tangibles (materiales) e intangibles (no materiales) (Miller, 1994).



Los tangibles se pueden medir y su abastecimiento es limitado (o ilimitado), porque le lleva mucho tiempo (o corto tiempo) a la Tierra producirlo, como el caso del petróleo. El recurso intangible no se puede medir, se obtiene de lo que se percibe a través de los sentidos es como por ejemplo la belleza, los conocimientos, la seguridad, la alegría y el amor.

Los recursos no renovables existen en una cantidad fija en varios lugares de la corteza terrestre y tienen la posibilidad de renovación por procesos geológicos, físicos y químicos, pero tardan en realizarse decenas o incluso millones de años según sea el caso, entre ellos se encuentran el petróleo, aluminio, cobre y carbón. Es posible acceder a ellos excavando en minas o pozos, porque se encuentran a una baja profundidad pero, conforme se van quitando se tiene que cavar más aumentando así los costos de producción.

Una vez que se emplean sobre, todo los minerales, se pueden reusar lo que significa que se utilizan de la misma manera una y otra vez o se reciclan que es cuando se ingresan a otro proceso para darles otra forma y otra aplicación.

Los combustibles fósiles (el carbón, petróleo y gas natural) no pueden ser reciclados o reutilizarse por que cuando se queman, la energía útil de estos combustibles se convierte en calor que se aprovecha y se disipa, es acompañado por gases que se dispersan en la atmósfera y contaminan el aire.

Los recursos renovables en teoría pueden durar de manera indefinida evitando reducir la reserva disponible, por que se reemplazan más rápidamente que los no renovables, entre ellos están los árboles de los bosques, pastos de las praderas, animales silvestres, agua dulce, aire puro y suelo fértil. La biodiversidad es el recurso más valioso de la naturaleza.

El suelo es un recurso natural en donde crece la vegetación. Éste es una mezcla de material fragmentado, de origen rocoso parcial o totalmente al aire libre, compuesto de minerales, de materia orgánica, de agua y aire. También, viven microorganismos responsables de la degradación de compuestos que forman parte en el proceso de la recirculación de nutrientes.

La tasa más alta a la que potencialmente un recurso renovable puede ser utilizado sin reducir reserva disponible en el mundo o en una región se llama rendimiento sostenido. Si se excede este reemplazo natural, el abasto disponible de un recurso renovable empieza a disminuir, este proceso es conocido como degradación ambiental que puede transformar un recurso renovable en uno no renovable.



Algunas de las actividades que lo ocasionan, se mencionan a continuación:

- a) Cubrir tierra productiva con agua, material de concreto, asfalto o construcciones en una extensión tal que el crecimiento del cultivo declina al igual que la vida silvestre.
- b) Cultivar tierra sin un manejo adecuado del suelo, de modo que la tierra de siembra disminuye para dar paso a la erosión del suelo y agotamiento de los nutrientes para la vegetación.
- c) Irrigar los cultivos con drenaje insuficiente de modo que la acumulación excesiva de agua en el suelo ocasiona salinización y disminuye el crecimiento de los cultivos.
- d) Extraer agua de las fuentes subterráneas (acuíferos) y de las superficiales (ríos y lagos) más rápidamente de lo que se reemplaza por procesos naturales.
- e) Talar árboles en grandes áreas (deforestación), sin replantar adecuadamente dejando que se pierda la vida silvestre.

Se tienen que abrir las dimensiones de lo que el concepto de sustentabilidad trae consigo, porque implica entender y analizar aspectos nuevos, ver las cosas desde otra perspectiva haciendo más amplio el campo en la integración de los conocimientos.

## CAMPO DE ESTUDIO: AGRICULTURA SUSTENTABLE

México a lo largo de su historia, se ha caracterizado por ser un país donde se practica la agricultura; sus condiciones climatológicas, su ubicación geográfica, su gran variedad de especies vegetales lo hacen un lugar privilegiado para que tanto la ganadería como la actividad agrícola puedan ser altamente productivas.

En el país se cultivan alrededor de 685 especies vegetales, con lo cual la cosecha al año es de aproximadamente 60 millones de toneladas de granos, frutas y hortalizas. De la producción ganadera se producen cerca de 7.5 millones de toneladas de cárnicos y de huevos, y 10,200 millones de litros de leche. Si se integran los costos de lo que se produce ya sea de venta directa o como insumos para la industria se considera que el aporte es del 30% al producto interno bruto (PIB), lo que representa un fuerte aporte para la economía nacional (Schwentesiuss, 1998).

Aún y a pesar de los datos antes mencionados, México no es autosuficiente en lo que a abastecimiento de insumos y alimentos se refiere, por que importa de los Estados Unidos 35% de los granos básicos más importantes y 22% de los cárnicos que se consumen en el país. Lo que emite una alarma para encontrar soluciones que busquen mantener al país en la competencia de productos agrícolas.



Actualmente, un alto porcentaje de la población se dedica a trabajar en el sector agrícola sufriendo de marginación social y económica. A lo que se le suma el enfrentar problemas que son ocasionados por ésta y otras actividades, como lo son la erosión y pérdida de fertilidad del suelo, la contaminación, la sobreexplotación de los acuíferos y la reducción de la diversidad agrobiológica, que ha provocado que se llegue al agotamiento de los recursos agrícolas y naturales.

En cada región del país se viven situaciones similares por ejemplo; los recursos de agua dulce cada vez más escasos en el norte y más contaminados e inaccesibles en el centro, las aguas residuales sin tratar y efluentes industriales que contaminan ríos en áreas urbanas y que en algunos casos, son utilizadas para riego de cultivos, altas tasas de deforestación de bosques y selvas en el sureste, fuerte presencia de erosión combinada con procesos de desertificación y pérdida de fertilidad en el norte-centro, pérdida de la riqueza biológica y diversidad genética de su flora y fauna nativas, y sobreacumulación de plagas por monocultivo en el norte (Dante, 2008).

Los tres principales problemas agroambientales en México están relacionados con la erosión del suelo, la contaminación y reducción de agua y la pérdida de la biodiversidad.

La erosión consiste en la pérdida progresiva del suelo que se produce en los terrenos debido a la acción físico-química del agua, del viento y de los agentes biológicos. Una de las cosas más importantes que se pierden son los nutrientes esenciales para que la vegetación pueda crecer.

Las causas de la erosión pueden ser producidas por el agua (erosión hídrica) y por el viento (erosión eólica).

La erosión hídrica es producida por fenómenos fisicoquímicos que trasladan y disuelven el suelo por medio del agua. Se empieza con escurrimientos de agua que pasan sobre la primera capa de suelo o que ocurra una filtración alargada, en algunos casos empeora por las condiciones climáticas.

En México la erosión hídrica afecta a la mayor parte del país como se puede apreciar en la figura 1. En el centro y en el sur el problema se ve más agravado porque existe una pérdida de suelo que se considera muy alta, al ser mayor de 200 toneladas por hectárea por año. En casi todo el territorio existe una pérdida moderada lo que aun agrava aún más la situación

Aunque en algunos lugares es menor a 5 toneladas, la afectación disminuye las posibilidades de aprovechar los recursos que se necesitan para incrementar la economía del país.

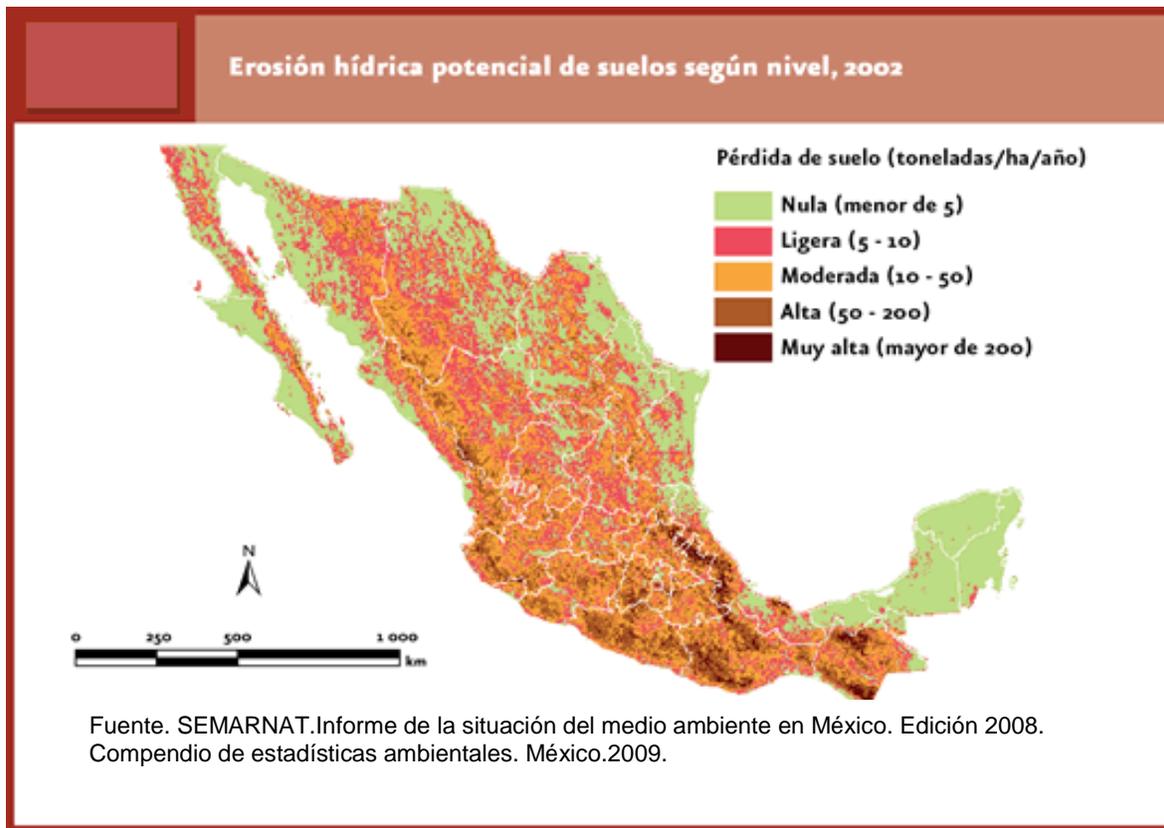


Figura 1. Erosión hídrica en México.

La erosión eólica es ocasionada por el viento; ocurre cuando el suelo al carecer de vegetación y exponerse a altas temperaturas es transportado a otro lugar por las corrientes de aire. El acarreo de suelo está directamente relacionado con la intensidad del viento y el diámetro de las partículas, pasa principalmente en donde los suelos son planos.

Hay dos fenómenos que ocurren al presentarse la erosión eólica; el primero es la formación de tormentas de polvo conocidas de manera cotidiana como tolvaneras que contiene finísimas partículas de suelo; el segundo es causado por la acumulación de material transportado que se coloca en lugares donde el viento pierde fuerza a esto se le llama dunas.

En la republica mexicana la erosión mas fuerte ocurre al norte del país (figura 2), donde las sequías son cada vez más severas y las fuentes de agua son escasas. En todo el país existe un grado de erosión eólica lo que es preocupante porque es un problema nacional que debe de atacarse de manera regional.

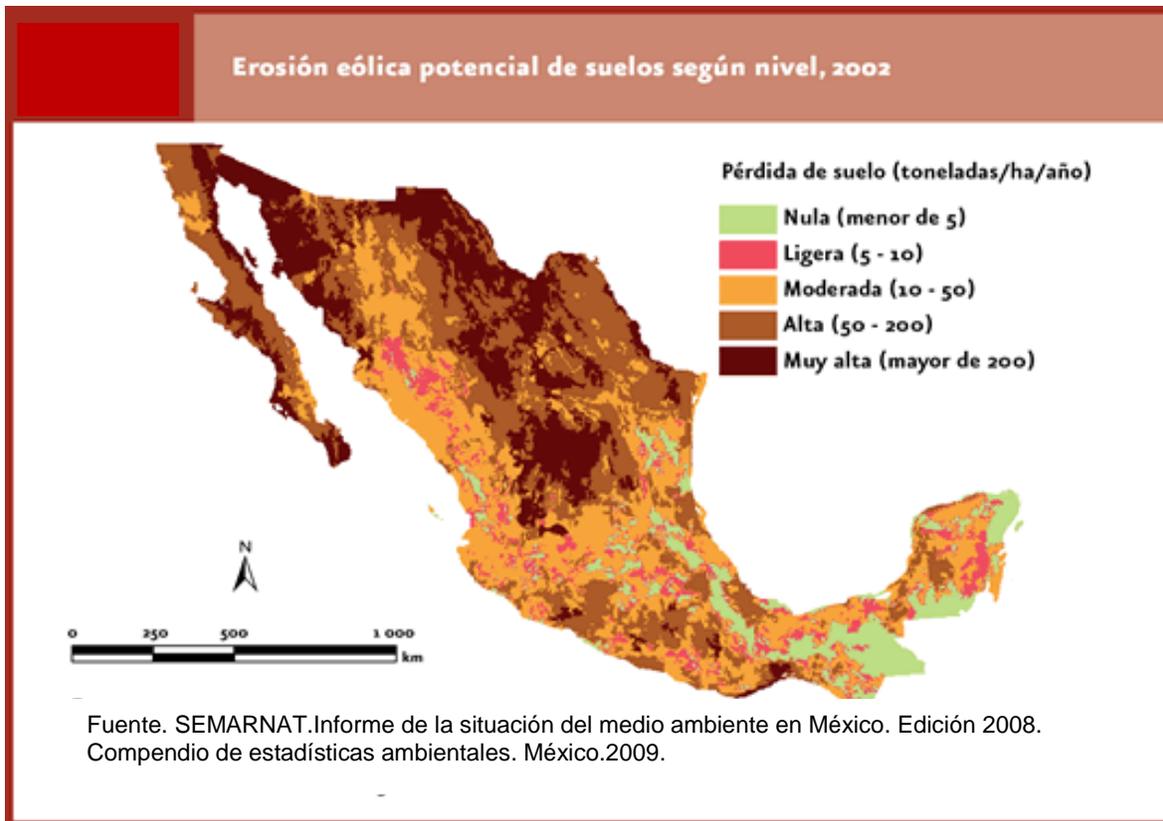


Figura 2. Erosión eólica en México

El problema de la contaminación y la escasez de agua es uno de los grandes retos a enfrentar, el agua ya se convierte en el tema principal de disputas entre los ejidatarios y en un futuro al haber menos cantidad disponible puede ser un motivo de guerra entre los países o continentes.

La contaminación es cualquier cambio que altere las características del agua, aire, suelo o alimentos que afecte de forma nociva la sobrevivencia, la salud o las actividades de los organismos vivos y de los humanos.

El agua contaminada pierde su utilidad para las actividades que se realizan en la sociedad y al no darle un tratamiento adecuado representa un peligro para la vida a nivel mundial. En el agua se encuentran contaminantes muy dañinos y tóxicos, entre los que se pueden mencionar están los agentes patógenos (bacterias, virus, protozoarios), materia orgánica (desechos), sustancias químicas orgánicas (petróleo, gasolina, plaguicidas, detergentes) e inorgánicas (ácidos, metales tóxicos, sales), los nitratos y fosfatos al ser fuentes de nutrientes en algunos casos permiten el crecimiento de plantas acuáticas que ocasiona la eutroficación en algunas fuentes de agua como los lagos.

La agricultura es una de las actividades que más contamina el agua ya que se utilizan grandes cantidades de fertilizantes y plaguicidas que se escurren a las aguas superficiales y se infiltran a los acuíferos. También, se destina una gran cantidad de agua dulce que está disponible.

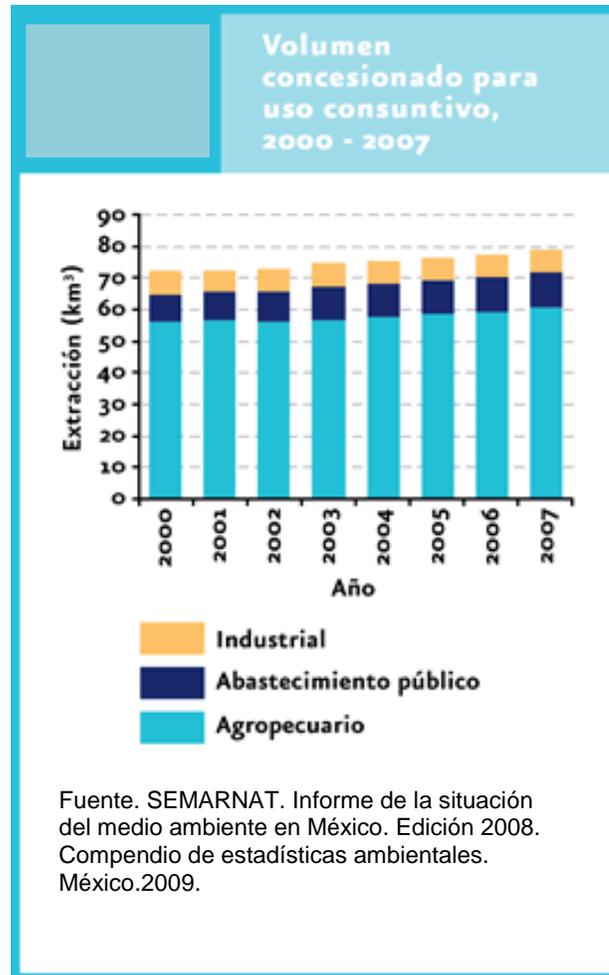


Figura 3. Uso consuntivo del agua en México.

En México el uso consuntivo del agua (consume las reservas de agua dulce) es destinado principalmente para uso industrial, de abastecimiento público y la mayor parte para el uso agrícola. Lo que arroja datos importantes porque la base para una correcta administración del agua es saber para qué y cuanto se destina a las actividades humanas (figura 3).

Cada región del país requiere de diferentes cantidades de agua dependiendo de las actividades económicas y de la cantidad de población, lo que se observa en la figura 4 es que en la región del pacifico norte más del 80% del agua es destinada para uso agrícola y a nivel nacional se usa más del 50%, a excepción de la zona

denominada Aguas del Valle de México que para la agricultura se utiliza cerca del 50% y casi un 40% es para abastecimiento público.

Además de tener disponibilidad de agua se requiere que el uso sea más delimitado al controlar la cantidad que realmente se necesita para evitar su desperdicio.

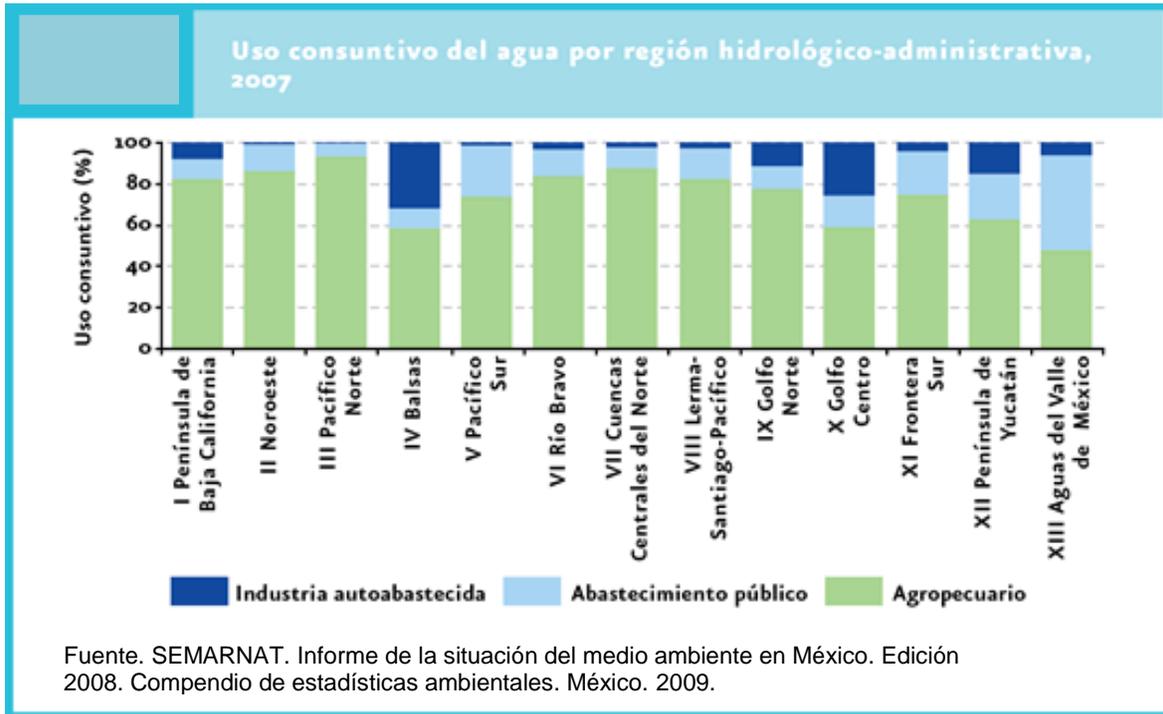


Figura 4. Uso consuntivo del agua por región hidrológico-administrativa.

El volumen de agua que se utiliza es mucho mayor que la cantidad que se recupera de forma natural lo que al necesitar más agua se genera una sobreexplotación de las fuentes en donde el vital líquido está disponible.

La sobreexplotación de agua superficial y subterránea está ocasionando que cada vez sea más difícil tener acceso a ella. En algunas regiones se busca como solución traerla de más lejos lo que causa un impacto directo en el área local de donde se está tomando y otra opción es utilizar el agua subterránea pero al ser fuentes locales su cantidad es limitada.

Las zonas donde se detecta la sobreexplotación de las fuentes de agua dulce se encuentran en la parte centro y norte del país. Lo que es preocupante, porque se necesita el agua para que las actividades económicas puedan continuar además de proporcionarle este servicio a la población.

Los efectos de abusar de la extracción de agua subterránea se presentan al observar el hundimiento de la tierra y a detectar la intrusión de agua salada a los mantos freáticos. Lo que ocurre en otras partes de la república es la salinización de suelos como efecto de la acumulación de sales y evita el crecimiento de la vegetación.

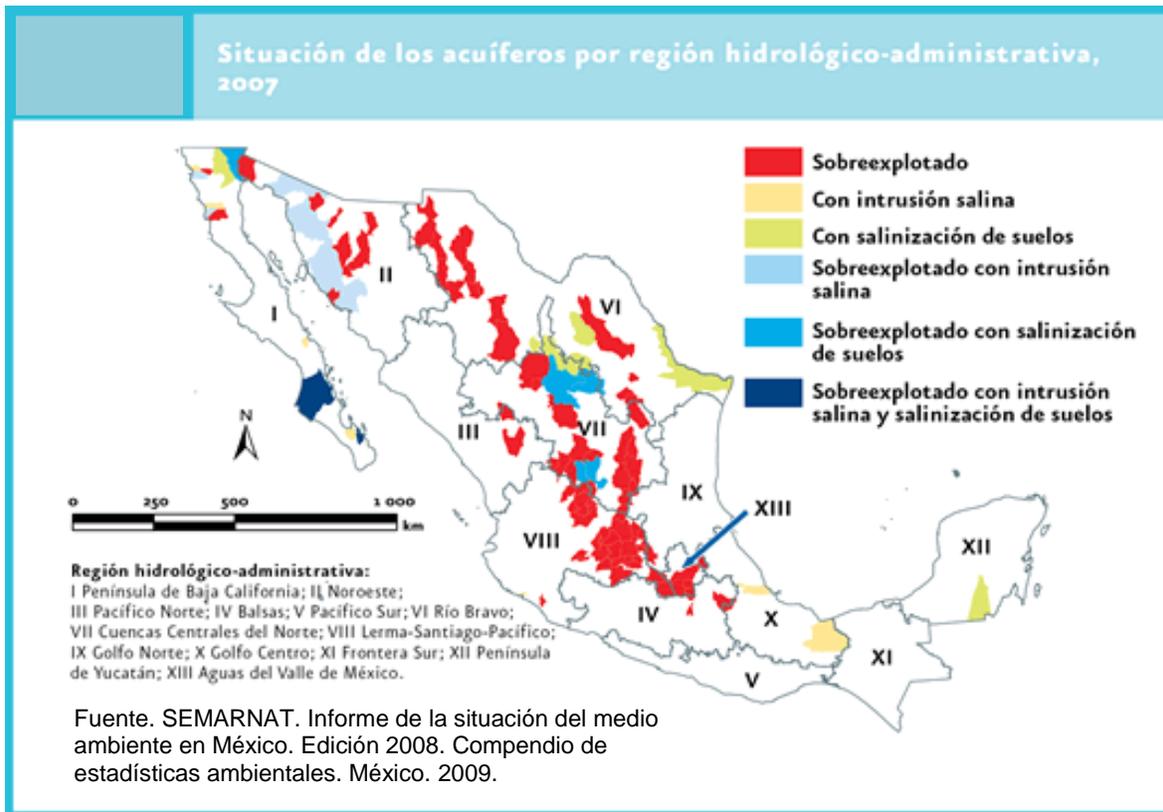


Figura 5. Situación de los acuíferos en México.

Aparte de que se está perdiendo el agua también se está disminuyendo la diversidad biológica y su importancia se puede apreciar desde varios puntos de vista. Desde la perspectiva médica las plantas son un recurso valioso al utilizarse como base de tratamientos para curar enfermedades o para uso cosmético; pero aún falta por estudiar más variedades que son silvestres en donde se puede encontrar la cura a otros padecimientos.

Los estudios científicos de las especies ayudan a comprender la evolución, el funcionamiento de los ecosistemas y el comportamiento de la vida en el planeta. Como son un recurso renovable (evitando su extinción), el valor económico aumenta al aprovecharlos en comida, en la fabricación de productos y también como fuente de recreación, al conservar zonas con vida silvestre se fomenta el turismo que es una de las actividades que más dinero aportan a la economía de México.



El sector agrícola por lo tanto, enfrenta retos específicos, los cuales han prevalecido por décadas y ante la crisis que se vive actualmente, es apremiante atenderlos; se busca entonces entender la situación en la que se encuentra la actividad agrícola para establecer soluciones factibles a estos desafíos.

En la agricultura mexicana el ejido se ha convertido en un método de distribución de la tierra integrado por unidades de producción que no son viables económicamente, por lo tanto, los productores no pueden cambiar a nuevas tecnologías, obtener crédito, incrementar su producción, etc. y los créditos que se otorgan son comparativamente caros, o en algunos casos existe ausencia de crédito para productores pequeños que hace imposible ampliar los sistemas de producción.

El sector bancario mexicano continúa escéptico a invertir en el sector agropecuario. Aun si los intereses bajaran significativamente, muchos productores aun no podrían ser sujetos de crédito por no poder cubrir un sin número de requisitos colaterales, y los costos de producción y de comercialización son muy altos.

Enfoques políticos ligados a los problemas de desarrollo agrícola y rural: Al mezclar temas políticos con el desarrollo agrícola y rural hace imposible enfocarse específicamente en los temas que afecta a la agricultura.

Muchas zonas rurales tienen que transportarse en camiones viejos y caminos deteriorados que hacen difícil hacer llegar los productos, y el equipo agrícola existente es generalmente anticuado.

De manera particular en las áreas rurales, la falta de educación hace que la transición a una nueva realidad económica y la adopción de tecnología dificultan el desarrollo rural y agrícola, y entonces los campesinos se ven forzados a abandonar las parcelas.

En general los productores agrícolas mexicanos no tienen acceso a una información de mercados veraz y oportuna que los ayude a tomar decisiones de siembra y de comercio.

Falta de agua y fondos gubernamentales para desarrollar una irrigación adecuada han hecho difícil a los productores diversificar su producción e incrementar sus cosechas. Además que la mayoría del agua superficial, incluyendo virtualmente cada lago del país y la mayoría de los acuíferos están seriamente contaminados. Las autoridades locales culpan de esta contaminación a la agricultura (USDA, 2006).

Todo esto aunado a la falta de compromiso de las personas encargadas de atender esta situación, hacen difícil que las condiciones mejoren.



La agricultura mexicana presenta de manera general complicaciones que ocasionan que ésta sea dejada por sus trabajadores. Por lo que es necesario implementar medidas que hagan que esta actividad sea sustentable y redituable.

Las investigaciones y aplicación de la sustentabilidad en la actividad agrícola van avanzando mostrando lo que puede hacer y cómo se puede lograr. Algunos de los estudios que se han elaborado en los últimos años muestran la aplicación de la sustentabilidad en casos específicos.

En el año 2002 Martha Calderón y colaboradores realizaron un estudio que titularon “Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable”. En este ensayo se define el concepto de calidad de los suelos y se discuten las herramientas para mejorar su aplicabilidad en el contexto de la agricultura sustentable, en donde se requiere que se apliquen métodos para la conservación de la productividad y fertilidad del suelo (Calderón, 2002).

Se entenderá entonces como agricultura sustentable a la transformación de un ecosistema en un agroecosistema y éste deberá de mantener la productividad aun en condiciones de estrés; promover la calidad del medio ambiente y los recursos base de los cuales depende la agricultura, ser económicamente viable y mejorar la vida de los agricultores y de la sociedad.

Se requiere entonces definir la calidad de los suelos se tomando en cuenta sus propiedades intrínsecas, así como su capacidad productiva y de amortiguadores ambientales. Se propone un marco para obtener indicadores de calidad de suelos que parte de: i) Utilizar tres atributos ambientales de sustentabilidad, productividad, resiliencia y estabilidad, ii) Caracterizar el sistema de manejo, en términos de escalas espacial y temporal del análisis; y, iii) Identificar los puntos críticos en el agroecosistema estudiado.

De esta forma se obtiene un marco conciso y coherente para la medición de calidad de suelos sin generar largas listas de indicadores. El método propuesto para seleccionar indicadores de calidad de suelos se aplicó a tres estudios de caso en agroecosistemas contrastantes de México. Para el Atributo productividad, se seleccionaron indicadores relacionados con los rendimientos de cultivo y ganado; para los atributos de estabilidad y resiliencia, se seleccionaron indicadores edáficos asociados con las propiedades biológicas, químicas y físicas, y con la erosión de los suelos.

“Agricultura sustentable una alternativa de alto rendimiento”, es el título del trabajo que elaboró Gishela Osorio en el año 2008. La agricultura sustentable es el sistema integrado de prácticas de producción de plantas y animales con el objetivo de satisfacer la alimentación humana, mejorar la calidad del ambiente, hacer uso eficiente de los recursos no renovables, mejorando la calidad de vida de los agricultores y la sociedad como un todo (Osorio, 2008).



Este análisis propone el cultivo y aprovechamiento de especies nutritivas como el nopal, el jitomate y el amaranto, de los cuales se elaboran productos como mermeladas, leche y dulces entre muchos otros, lo que le da un valor adicional al comercializarlos. Además de utilizar productos orgánicos como reemplazo de plaguicidas y fertilizantes que pueden ser elaborados por los propios productores.

Claudia Rivera reportó en el año 2008, lo que denominó “Principios, criterios e indicadores de sustentabilidad para plantaciones forestales comerciales de rápido crecimiento”. El desarrollo sustentable es la forma de conciliar el crecimiento económico expresado en términos de desarrollo con el equilibrio del ecosistema, lo que implica mantener una capacidad productiva elevada y la vez proteger los recursos naturales. Para hacer operativo el concepto de desarrollo sustentable es necesario utilizar principios, criterios, e indicadores (PCI) que abarquen los aspectos sociales, ambientales y económicos de la gestión de los recursos forestales, apoyándose en la evaluación de los ciclos de vida, los análisis costo-beneficio y en las evaluaciones de impacto ambiental (Rivera, 2008).

Por otro lado Pablo Torres y colaboradores en el año 2008, realizaron el trabajo, “Construcción local de indicadores de sustentabilidad regional. Un estudio de caso en el semidesierto del noreste de México”. Se entiende por sustentabilidad a que las practicas actuales de producción, consumo y distribución deben de ser capaces de reducir la debilidad de los ecosistemas naturales locales y de las sociedades regionales a factores biofísicos y socioeconómicos que puedan asentarse según una tipología definida espacialmente (Torres, 2008).

Tras un estudio de indicadores de sustentabilidad en el ejido San José de la Joya, en la región rural ixtilera del semidesierto de Coahuila, se analizó la información y los indicadores elaborados con base en la percepción, acción y participación de los pobladores locales, según un programa de ordenamiento ecológico comunitario participativo.

Los resultados e indicadores corresponden a tres sistemas regionales: el ecológico (diversificación productiva); el productivo (rendimiento e independencia de insumos externos) y el socioeconómico (acceso a servicios, diversificación de empleo y calidad de vida). Se concluye que la generación de alternativas agropecuarias productivas, el ordenamiento ecológico del territorio, la planeación y administración del progreso local, así como las acciones que transiten hacia un modelo de desarrollo sustentable en la región ixtilera implican por fuerza reducir la vulnerabilidad y potenciar la diversificación de actividades económicas que generen empleo, ingreso y mejoren la calidad de vida para sus habitantes, y puedan articularse a los procesos de urbanización e industrialización del semidesierto del noreste de México.



Jaime García en el año 2009, tituló a su investigación “Consideraciones básicas sobre la agricultura sostenible” (García, 2009). Para entender el concepto de agricultura sustentable se hace referencia a definiciones que se han establecido por autores y organizaciones:

Agricultura sustentable es el manejo y conservación de los recursos naturales y la orientación de cambios tecnológicos e institucionales de manera de asegurar la satisfacción de las necesidades humanas en forma continuada para las generaciones presentes y futuras. Tal desarrollo sustentable conserva el suelo, el agua, y recursos genéticos animales y vegetales; no degrada al medio ambiente; es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable, definición que estableció la Organización para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization, FAO por sus siglas en inglés).

La sustentabilidad de la agricultura y de los recursos naturales se refiere al uso de recursos biofísicos, económicos y sociales según su capacidad, en un espacio geográfico, para, mediante tecnologías biofísicas, económicas, sociales e institucionales, obtener bienes y servicios directos o indirectos de la agricultura y de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras. El valor presente de bienes y servicios debe representar más que un valor de las externalidades y los insumos incorporados, mejorando o por lo menos manteniendo de forma indefinida, la productividad futura del ambiente físico y social. Además de eso, el valor presente debe estar equitativamente distribuido entre los participantes del proceso.

Una agricultura sustentable es aquella que equilibra equitativamente intereses relacionados con la calidad ambiental, la viabilidad económica, y la justicia social entre todos los sectores de la sociedad.

La sostenibilidad en la agricultura esencialmente significa el equilibrio armónico entre el desarrollo agrario y los componentes del agro-ecosistema. Este equilibrio se basa en un adecuado uso de los recursos localmente disponibles (como: clima, tierra, agua, vegetación, cultivos locales y animales, habilidades y conocimiento propio de la localidad) para poner adelante una agricultura que sea económicamente factible, ecológicamente protegida, culturalmente adaptada y socialmente justa, sin excluir los insumos externos que se pueden usar como un complemento al uso de recursos locales.

Se hace ver el origen y la necesidad de la práctica de una agricultura sostenible. Para ello se empieza haciendo una recapitulación resumida de la historia de la agricultura en términos muy generales, para ubicar el marco de referencia dentro del cual se ha venido desarrollando esta actividad hasta la actualidad.



Posteriormente se hace mención al origen y a algunos de los diferentes conceptos que se han vertido con respecto al término de la agricultura sostenible. Además se describen brevemente algunas de las principales condiciones que deben darse para el logro de una agricultura sostenible. También se ofrecen algunas reflexiones en torno a la necesidad de empezar a cambiar el lenguaje de trabajo utilizado en las actividades agropecuarias.

En la zona mixteca en 1997 se formo el Centro de desarrollo Integral Campesino de la Mixteca Hita Nuni, AC (CEDICAM, 1997). Este centro se dedica a la capacitación del campesino con el propósito de establecer una agricultura sustentable en las regiones agrícolas de la Mixteca alta, como un paso frente a la desertificación integrando a las comunidades indígenas y que a su vez también son campesinos.

La capacitación es fundamental es este proyecto, por lo que se les enseña a las comunidades las prácticas para la lucha contra la erosión de los suelos.

Los temas que plantean solucionar los problemas que se combaten en esta zona se mencionan a continuación:

- a) Ordenamiento ecológico territorial. Establecer el uso de suelo, instituyendo reglas comunitarias sobre todo en las áreas de uso común. Se construyeron zanjas y se reforestaron áreas que se destinaron solo para preservar la riqueza natural de la zona.
- b) Restauración de los suelos. Se entendió que para tener agua en los manantiales y evitar la erosión, se debe de preservar el suelo no solo para la agricultura si no para mantener la vegetación natural.
- c) Reforestación. La reforestación con especies locales promueve la explotación de los recursos de los árboles sin talar, por lo que se tiene leña y madera para las casas.
- d) Forrajes para la semiestabulación de borregos y chivos. Cultivar forrajes en ciertas áreas para evitar el sobrepastoreo.
- e) Producción de energía propia. Las reservas para la producción de leña. La reforestación está funcionando como abastecedor de leña.
- f) Manejo de microcuencas con presas de gavión y zanjas a nivel. Medidas para retener el agua.
- g) Mejoramiento y manejo de los suelos agrícolas. Con cada siembra se busca mantener la fertilidad del suelo, para ahorrar gastos se utiliza abonos animales, rastrojos, abonos verdes, lo que mantiene la humedad y la actividad biológica del suelo.



- h) Abonos orgánicos. La lombricomposta es otro de los procedimientos para procesar abonos y materia orgánica.
- i) Labranza de conservación con el arado egipcio. Se raya el suelo para aflojarlo.
- j) Control integral de plagas. Rotación de cultivos y la elaboración de insecticidas a base de chile, ajo y jabón.
- k) El fitomejoramiento y el custodio de los campesinos mixtecos del centro de origen y diversidad genética del maíz nativo y de otros cultivos indígenas. Mantener el uso de semillas nativas.
- l) Diversificación de cultivos. Policultivos y rotación de cultivos.
- m) Reservas forestales para leña y estufas o braseros ahorradores de leña.
- n) Los solares. Huertos familiares.
- o) Invernaderos rústicos para la seguridad alimentaria.

Se proponen actividades que ayuden a mejorar la agricultura con el fin de disminuir los efectos negativos al ambiente se explican a continuación:

- a) Aplicar alternativas biológicas para el control de las plagas como pueden ser: cultivos trampa, uso de enemigos naturales, aplicación de insecticidas a base de plantas o bacterias, aspirado de insectos o empleo de placas cromáticas. Las plantas que se resistieron a las plagas también son valiosas al obtener semillas de ellas y así el siguiente cultivo será más resistente a las plagas.
- b) Implementar los policultivos. Algunos agricultores han encontrado que cuando asocian dos o más cultivos como es el caso de maíz, frijol y calabaza es mayor la estabilidad, aumenta el número de insectos benéficos y disminuyen las plagas, también la cantidad de nutrientes necesarios para los cultivos se mantiene, el frijol fija nitrógeno y el maíz o el tomate lo toman de ahí; las plagas de frijol se repelen al estar en contacto con el maíz.
- c) Utilizar semillas originarias de la región con el fin de conservar la riqueza cultural. Las semillas endémicas tienen información genética que es un recurso valioso no solo para los poblados sino también para estudios científicos. Además, de ser un insumo que no le cuesta al campesino, porque lo obtiene de las mismas cosechas, representa también la posibilidad de ser autosuficiente.



- d) Cambiar el sistema de riego por los que son de bajo consumo de agua y la administran de manera adecuada.
- e) Conocer las especies que habitan en los lugares para evitar su extinción y proteger las áreas naturales.
- f) Uso de suelo apropiado y definir las áreas para aprovechamiento al máximo. El establecer el uso de suelo evita la erosión del suelo, mejora la captación de agua y evita pérdida de materia orgánica necesaria para la vegetación.

La aplicación de estas medidas correctivas pueden cambiar las perspectivas de un futuro incierto y catastrófico. Solo, que algunos poblados no fueron tan asertivos con sus prácticas al acabar con los recursos que les permitían mantenerse en la competitividad de mercados y terminaron por volverse dependientes de otros pueblos.

### Poblaciones no sustentables.

A lo largo de la historia se tiene registro de regiones en las que el abuso a la explotación de los ecosistemas ha desencadenado la desaparición de áreas habitadas que al carecer de recursos tuvieron que ser abandonadas al contar con fuentes de sobrevivencia.

Es el caso de la isla de Pascua que se ubica en medio del océano Pacífico Sur a 3.750 kilómetros de la costa chilena. En donde los habitantes fueron aumentando a tal grado que devastaron zonas enteras de bosques, para darle paso a la agricultura aunque también utilizaban los troncos de los árboles para construir grandes esculturas y barcos para su transporte.

La respuesta a éstas acciones se vio reflejada con el paso del tiempo; al no existir vegetación, no se retenía agua por lo que los suelos empezaron a deslavarse hasta depositarse en el mar ya en la costa se generó que la diversidad que vivía ahí muriera. Esto sucedió, hasta que acabaron con las zonas boscosas, y al acabarse los recursos la vida en el lugar se volvió intolerable, se generaron epidemias, se padeció hambre, hasta que la desesperación los llevó a luchar unos contra otros por lo poco que quedaba, la gente no tuvo más remedio que irse de ahí dejando a sus muertos y todo lo que alguna vez tuvieron (Ponting, 1992).

Se tienen datos que en Jordania en el año 6000 A.C., después de la aparición de las poblaciones sedentarias, las aldeas estaban siendo abandonadas por la erosión del suelo por acabar con zonas enteras de bosques y sin ellos no se pudo sostener el hábitat en esta región, hasta que fue imposible cultivar alimento suficiente para los aldeanos.



Para el año 3500 A.C. en el sur de Mesopotamia se cultivaban las mismas cantidades de trigo y cebada. La cebada puede crecer en condiciones altas de salinidad mientras que el trigo aguanta un porcentaje muy limitado, cuando empezó el problema de exceso de sales en el suelo fue disminuyendo la cantidad de trigo sembrado hasta que dejó de cultivarse. La producción de las cosechas también disminuyó y no pudieron mantener un estado viable.

En Líbano en el año 2000 A.C. los bosques de esta región eran ricos en cedros que pronto se volvieron populares al ser rectos y muy altos. Los usaron para la construcción entre lo que destacan las casas y los barcos, hasta llegar a ser el pilar del comercio entre los fenicios. Los cedros fueron cortados hasta que solo quedaron escasos recuerdos de que alguna vez estuvieron ahí. En la actualidad solo quedan cuatro bosques chicos que son una pequeña muestra de lo que anteriormente eran.

Los mayas una de las sociedades más extraordinarias de todos los tiempos, ha generado diversas investigaciones para saber el por qué llegaron a la decadencia y los primeros indicios apuntan a que fue por la sobreexplotación de su entorno. Las ciudades mayas en su apogeo crecieron a un ritmo que requería de insumos suficientes para abastecer a las poblaciones, y mantener un estado que estableciera la organización de sus sociedades. Pero, llegó el momento en que desaparecieron y abandonaron sus territorios, sin dar más explicación que la que se sigue estudiando actualmente.

Hay una comparación entre lo que pasó en estas regiones y lo que estamos por vivir, al no cuidar y administrar los recursos. La época del sobreconsumo nos está rebasando y amenaza con llegar a colapsar si no aplicamos medidas de inmediato. En la actualidad existen lugares que mantienen la filosofía de la sustentabilidad.

En el Tíbet, se ubica un pequeño pueblo llamado Sher que a pesar de sus condiciones geográficas ha logrado sobrevivir más de 1000 años. Su población se ha mantenido estable con aproximadamente 300 habitantes y aunque apenas le llega cerca de 7.5 cm de precipitación al año han desarrollado un sistema de riego que les abastece lo que necesitan. La temperatura llega a ser de hasta  $-12^{\circ}\text{C}$ , pero como tiene ovejas que poseen una lana gruesa tienen el recurso para fabricar su ropa y mantener la temperatura corporal. En esa región crecen los sauces que plantan alrededor de los canales de riego, los utilizan para la construcción de tejados que cambian cada 10 años y cuando quitan una rama la reemplazan, al igual que cuando muere un sauce se vuelve a plantar. Los desperdicios humanos se utilizan para la fertilización de los cultivos. Todo tiene un ciclo y lo saben aprovechar (Goleman, 2009).

Los sistemas que no son sustentables requieren de un análisis detallado para encontrar las causas de esta situación. La agricultura se ejemplifica en la figura 6.

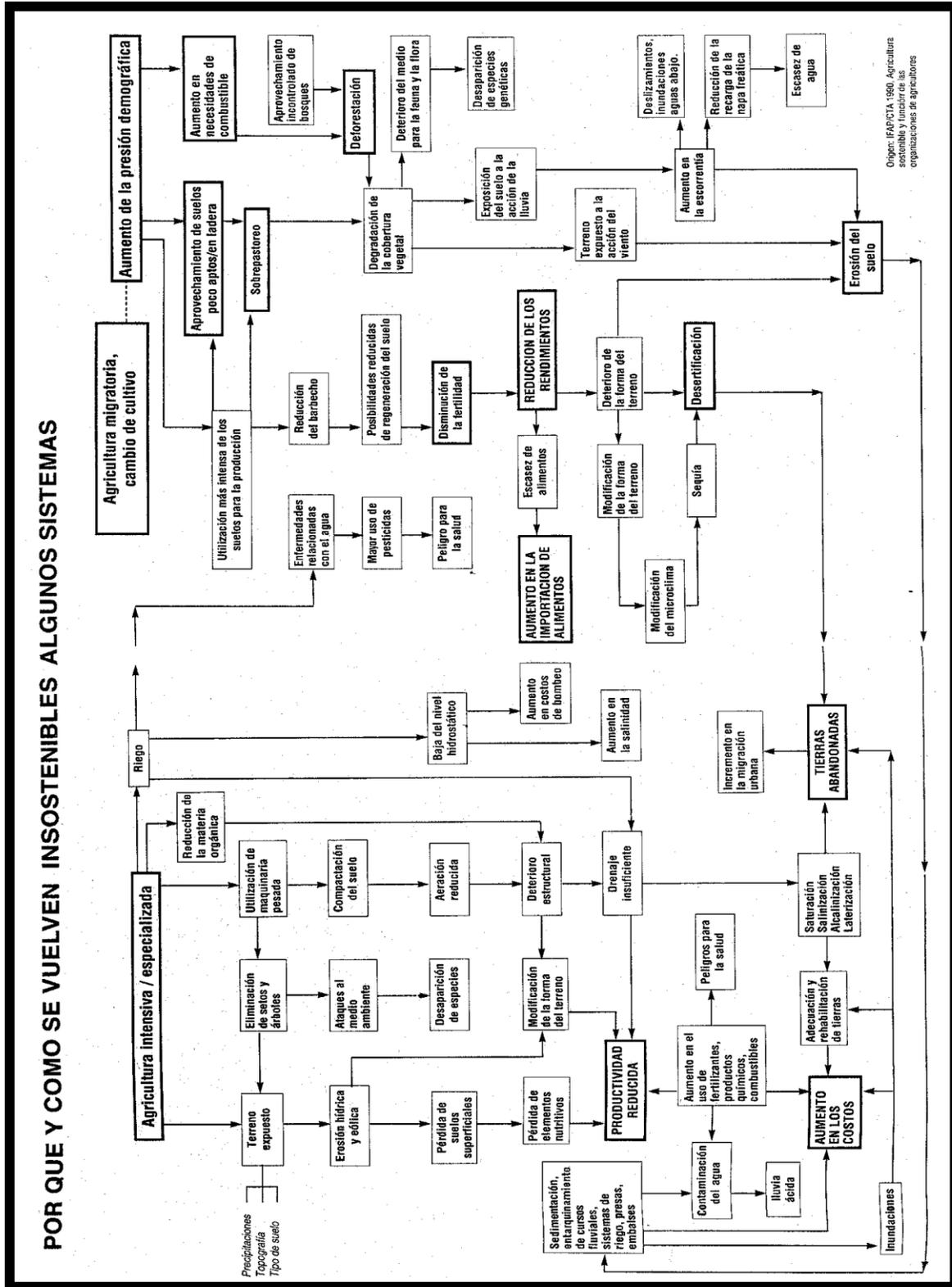


Figura 6. Diagrama de sistemas insostenibles, como ejemplo la agricultura.



La agricultura intensiva o especializada utiliza un suelo que queda expuesto al no contener vegetación entre cosecha y cosecha lo que ocasiona que exista erosión hídrica y eólica al no contar con protección, esto lleva a la pérdida de suelos y de nutrientes. Por otro lado, el uso de maquinaria pesada elimina los setos y bosques, se desequilibran los ecosistemas y hay extinción de especies. La maquinaria pesada también hace que el suelo se compacte se reduce la aireación muy importante en los suelo, se deteriora la estructura, se deteriora el terreno y la productividad se ve reducida. El riego un punto muy importante, al no llevarse a cabo de manera adecuada provoca baja en el nivel aerostático, se aumentan los costos de bombeo y aumenta la salinidad. El agua es contaminada por uso excesivo de plaguicidas provocando serios problemas a la salud.

La agricultura migratoria o el cambio de los cultivos se debe a la presión demográfica (aumento de la población) demanda más combustible para satisfacer sus necesidades, entonces viene un aprovechamiento irracional de los bosques hay deforestación hay degradación en la cobertura vegetal se pierde biodiversidad, pérdida de suelo lo expone a erosión hídrica y eólica. Lo que expone al terreno a deslizamientos, inundaciones aguas abajo hasta que escasea el agua. Se intensifica la producción, se utilizan suelo inapropiados para siembra, se presenta sobrepastoreo se reduce el barbecho no se deja que el suelo se regenere hay disminución en la fertilidad empieza a haber reducción de rendimientos por lo que existe escases de alimentos por lo tanto el gobierno se ve en la necesidad de de importar alimentos. Se modifica el terreo, se deteriora, la sequía es cada vez más fuerte que ocasiona desertificación y las tierras así no sirven para la agricultura por lo que las tierras son abandonadas. Los pobladores tienen que emigrar a las ciudades en busca de oportunidades. Para recuperar los suelos perdidos se requiere de fuertes inversiones por que también hay lugares contaminados por el uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes. No hay suelo donde cultivar por todo los factores negativos que se generaron de la forma del cultivo por lo que este sistema deja de ser sustentable.

Cualquier actividad que se haga sin un estudio previo o con la idea de prevenir desastres, no solo ocasiona un impacto sino que se generan reacciones en cadena que en este caso afecta hasta la forma en cómo se vive en las comunidades y las posibles afectaciones en materia de salud de la población.

Las regiones al no ser sustentables y equilibrar sus actividades, fueron al fracasó con el paso del tiempo. La sustentabilidad entonces es un factor determinante para las sociedades actuales, por que aquellas que apliquen estos conocimientos serán exitosas en todo sentido. Al incluir todos los factores que aseguren una calidad de vida para cada individuo que sea parte de las poblaciones y los seres vivos que los rodean.

Los futuros proyectos agrícolas deben de considerar las opciones pertinentes desde la perspectiva de la sustentabilidad para que vuelva a ser perdurable.



---

## OBJETIVOS.

### Objetivo general.

- Incorporar los principios de sustentabilidad en la agricultura y en áreas que se interrelacionen de manera directa con esta actividad.

### Objetivos específicos.

- Definir los principios de sustentabilidad aplicados a la actividad agrícola.
- Establecer los indicadores de sustentabilidad para la agricultura.
- Sugerir actividades para lograr el desarrollo sustentable.
- Plantear opciones de cambio para la agricultura.

## Capítulo 1. El Ambiente y el ser humano.

Se le llama ambiente a todo lo que rodea a la humanidad, y se determina por la combinación de seres vivos y los factores que los afectan de manera directa o indirecta. Los humanos compartimos este planeta con más organismos; al vivir en interrelación con ellos y con la gran variedad que existe, se hace una compleja relación que permite la vida en el mundo.

El ser humano es una de las muchas especies que forman parte integral de los ecosistemas. Los ecosistemas, están constituidos por comunidades bióticas que viven en condiciones abióticas, pero cada uno de ellos tiene características físicas, geográficas y químicas propias, que permiten una gran variedad de éstos y pueden ser tanto terrestres (figura 7) como marinos (figura 8). Las propiedades de cada lugar también funcionan como limitantes, al mantener la capacidad de carga de cada lugar mediante la interacción de todos sus componentes.

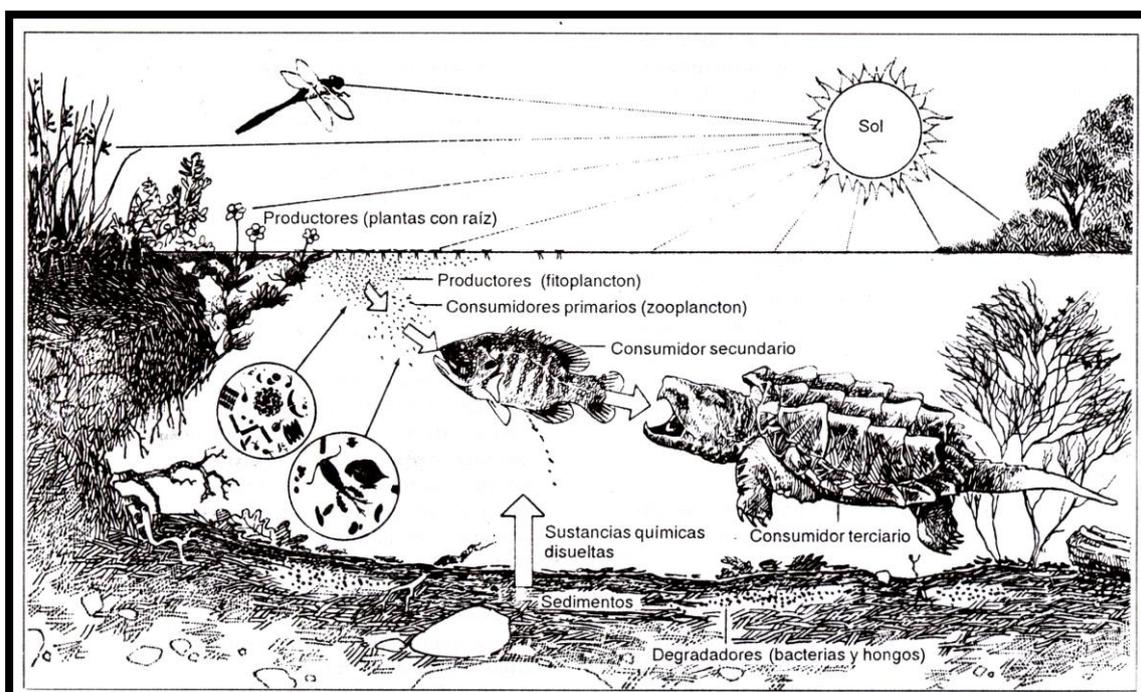


Figura 7. Esquema de un ecosistema marino

Los ecosistemas se relacionan entre sí creando todo un conjunto global de riqueza natural, algunas especies animales emigran de un lugar a otro formando parte de varios ecosistemas, es por eso que al conjunto de todos éstos se les conoce como Biosfera. Es imprescindible que se comprenda y se entienda cómo funcionan, cual es su interrelación y de qué manera realizan sus actividades que hace que sostengan la vida a través del tiempo.

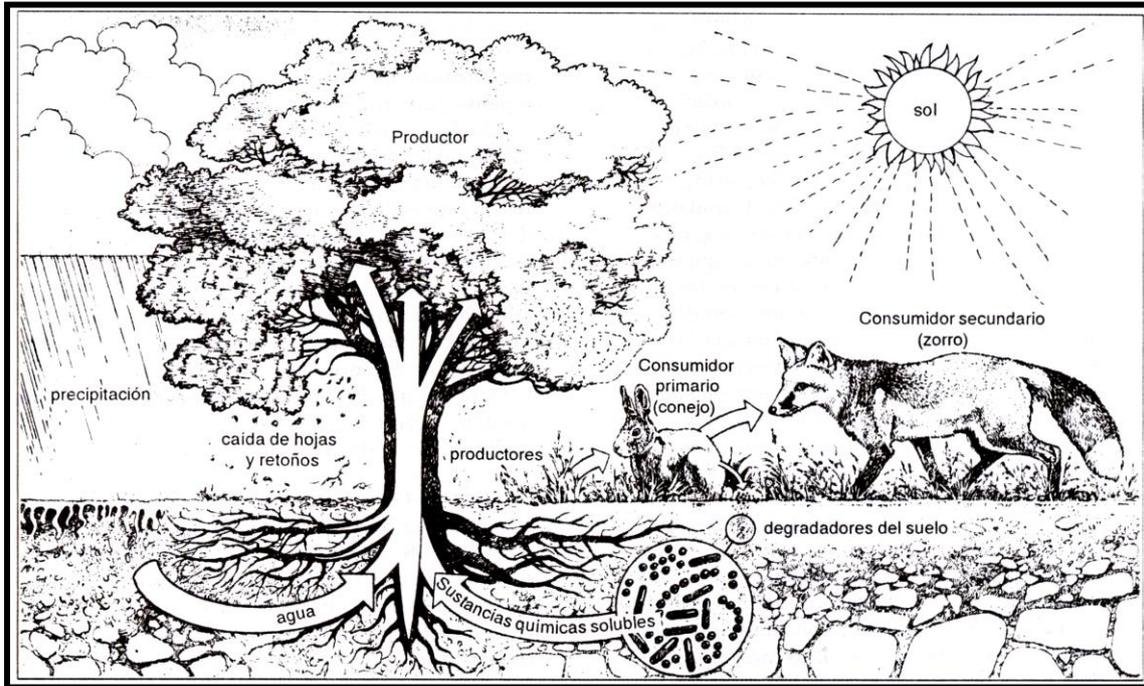


Figura 8. Esquema de un ecosistema terrestre.

Los ecosistemas se relacionan entre sí creando todo un conjunto global de riqueza natural, algunas especies animales emigran de un lugar a otro formando parte de varios ecosistemas, es por eso que al conjunto de todos estos se le conoce como Biosfera. Es imprescindible que se comprenda y se entienda cómo funcionan, cuál es su interrelación y de qué manera realizan sus actividades que hace que sostengan la vida a través del tiempo.

La estructura biótica de los ecosistemas está conformada por diversos organismos, en primera instancia se encuentran los que producen los alimentos, después están los consumidores primarios, secundarios e incluso terciarios, hasta llegar a los descomponedores; este proceso en el cual los elementos pasan de un cuerpo a otro sufriendo transformaciones, se efectúa de manera cíclica, a esto se le conoce como los ciclos biogeoquímicos (figura 9).

Las plantas verdes son los principales productores, transforman agua y dióxido de carbono en glucosa al mismo tiempo que liberan oxígeno esto se produce aprovechando la energía solar. A esta reacción química se le conoce con el nombre de fotosíntesis. La clorofila es la molécula que se encarga de absorber la energía luminosa del sol para la fotosíntesis. Este proceso es muy importante, porque es gracias a que sucede que muchos organismos respiran. Existe una amplia variedad de productores que va desde las algas unicelulares, pasando por arbustos, hierbas, cactus, margaritas hasta llegar a los inmensos árboles (Nebel, 1999).

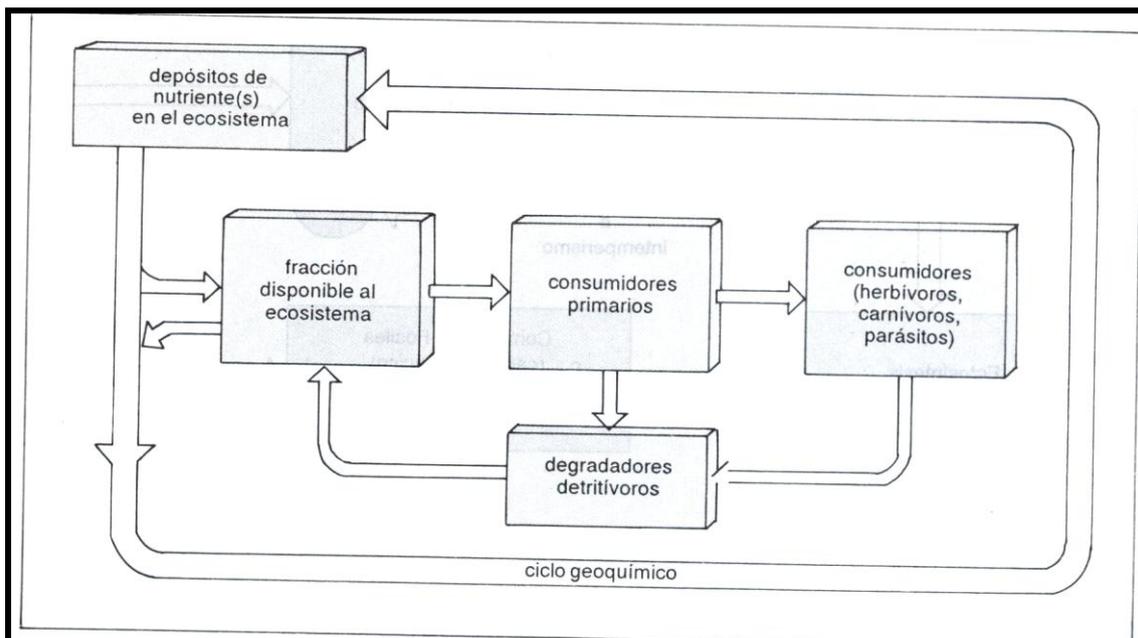


Figura 9. Esquema de un ciclo geoquímico.

Los ciclos del carbono, del fósforo y del nitrógeno son un claro ejemplo de cómo la naturaleza, recicla y repone los nutrientes que se van necesitando en las diferentes etapas de la vida. Uno de los ciclos más importantes, es el ciclo del agua, con el cual se asegura su abastecimiento de manera indefinida.

Los ecosistemas son un ejemplo de que siguiendo las leyes de la naturaleza los procesos son capaces de aprovechar todo lo que se produce de manera eficiente, incluso los residuos se utilizan para alimentar a otros y se evitan así, la acumulación de desechos. Todos los organismos tienen un fin en el funcionamiento de todas las actividades, cada una de las especies es importante porque es continuidad de otro proceso que va formando una cadena. Otra forma de verlo es visualizar un organismo que requiere que cada célula funcione correctamente y haga su trabajo.

Los ecosistemas son estudiados por la ecología, que se define como el estudio científico de las interacciones que regulan la distribución y la abundancia de los organismos; que enlaza cuatro disciplinas biológicas la genética, la evolución, la fisiología y la conducta (Krebs, 1985). Los ecosistemas siguen tres principios fundamentales que permiten que sus sistemas sean sostenibles. El primero es que los ecosistemas reciclan todos sus elementos. No se desperdicia nada al ser eficientes sus procesos, el segundo es que los ecosistemas obtienen la energía por medio de la luz solar y por último las poblaciones en los ecosistemas mantienen un número equilibrado con su entorno que asegura recursos para todos los individuos.

En algunas ocasiones, ir directo a lo más básico puede dar la respuesta para resolver los problemas que aquejan a la humanidad. Es necesario recordar las herramientas elementales para llegar a hacerlo.



## 1.1. Desde el comienzo.

La materia está constituida por átomos que son la pieza clave para que las reacciones entre elementos sean la base de los materiales de la naturaleza. Entonces, los átomos no desaparecen o aparecen, si no que se van mezclando conforme van desarrollando las diferentes combinaciones entre ellos. Por lo que es importante mencionar que las reacciones químicas son las causantes de mover los elementos de un lado a otro, no son estáticos, si no que van moviéndose dependiendo de los enlaces que los mantengan unidos o separados entre ellos (Chang, 1992).

Existe otra concepto importante en cuanto a elementos se refiere, y es cuando existe un enlace específico entre dos o más átomos a esto se le llama molécula, a lo que también se le añade el compuesto, que es el enlace de dos o más átomos diferentes.

En la naturaleza se encuentran 83 elementos, que se enlistan en la tabla periódica a los que se suman 14 que los científicos han producido de manera artificial en laboratorios. La tabla periódica contiene información de las propiedades de los elementos que aplicándolas se puede saber cómo ocurren las reacciones químicas.

Los seres vivos tienen una característica química exclusiva, ya que seis elementos son la base de su conformación, estos son: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre. El enlace de estos elementos da la estructura orgánica de las plantas y los animales. También, de algunos compuestos que son lo fundamental para estar vivo, como es el caso del agua, que la ocupamos para mantener y transportar vida. El agua contiene dos moléculas de hidrogeno y una de oxígeno. El aire, que está compuesto en su mayor parte de nitrógeno, a lo que le sigue el oxígeno, el dióxido de carbono y algunos gases inertes.

Las reacciones que se realizan necesitan de energía para formar los diferentes compuestos y mezclas. La energía es la capacidad de mover materia, y materia es todo aquello que ocupa un lugar en el espacio. La energía puede estar en movimiento (cinética) o almacenada (potencial), eso dependerá en donde se encuentre o para que se esté ocupando. Los ecosistemas cuentan con el sol como la base para obtener energía (Figura 10).

La energía entonces se transformar para utilizarla como energía térmica, química, calorífica, eléctrica y mecánica. Pero cuando se ocupa se puede absorber o se puede liberar, eso es una ventaja ya que sus usos se multiplican si se aprovecha al máximo.

La tierra obtiene la energía del sol, de la cual se obtiene luminosidad y calor que es aprovechada por las plantas y algunos microorganismos para producir alimento. Se considera como la primera opción de energía renovable.

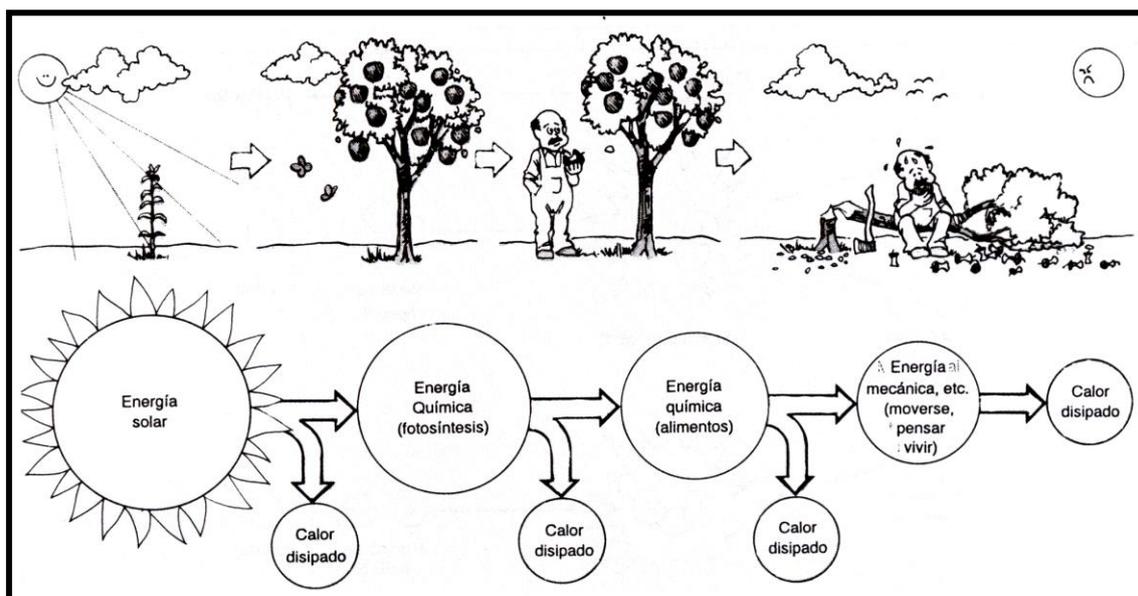


Figura 10. Flujo de energía en la naturaleza.

Las leyes de la energía o las leyes de la termodinámica son fundamentales para explicar cómo es que la energía está en todas las cosas que nos rodean.

La primera ley de la energía o de la termodinámica establece que la energía no se crea ni se destruye solo se transforma. En los procesos químicos y físicos en donde se requiere de energía, ésta no se crea de la nada si no que se toma de una fuente se transforma y cambia de forma.

La segunda ley de la energía o la segunda ley de la termodinámica declara que la energía se va perdiendo en cada reacción en la que participa por lo tanto su calidad va disminuyendo. Estas son leyes naturales con las cuales los ecosistemas mantienen funcionando sus procesos de manera eficiente (Castellan, 1998).

La segunda ley de la termodinámica describe un término que es un poco complicado de entender, por que sucede cuando existe una pérdida de calor y a esto se le conoce como entropía (rango desorden o degradación). Los organismos son depósitos pequeños de orden (baja entropía) que se mantienen por el desorden que existe en el ambiente (alta entropía). Esto es importante subrayarlo porque vivimos en una sociedad industrializada que ha caído en la cultura del desperdicio, lo cual nos afecta porque no se reciclan o se reúsan los residuos que generamos. La clave para terminar con este problema es entrar más de fondo al entendimiento de estas leyes.

## 1.2. Ciclos biogeoquímicos.

Los ecosistemas están estructurados por las comunidades vivas (plantas y animales) y factores abióticos (elementos físicos y químicos inertes).

Dentro de las comunidades se encuentran las categorías de: productores que son plantas que utilizan la energía solar como catalizador para transformar el agua y el dióxido de carbono en glucosa que es la fuente principal de energía de las especies animales, en un proceso llamado fotosíntesis. Después se encuentran los consumidores primarios, entre ellos los herbívoros que se alimentan de plantas, los consumidores secundarios que comen a los primarios y por último se encuentran los organismos que se encargan de descomponer a los organismos muertos para recuperar los nutrientes que los conforman.

Acompañando estas acciones, los organismos se encargan de recuperar los nutrientes para regresarlos de donde se obtuvieron. Por eso son tan importantes los ciclos, que se mencionan los principales a continuación:

- A) Ciclo del carbono. Empieza desde la fotosíntesis en donde el carbono que se encuentra en el dióxido de carbono después de la reacción pasa a la glucosa, que a su vez al ser consumida pasa a otros organismos, y mediante la respiración se regresa al ambiente (Figura 11). El carbono es el elemento fundamental en la estructura de los seres vivos.

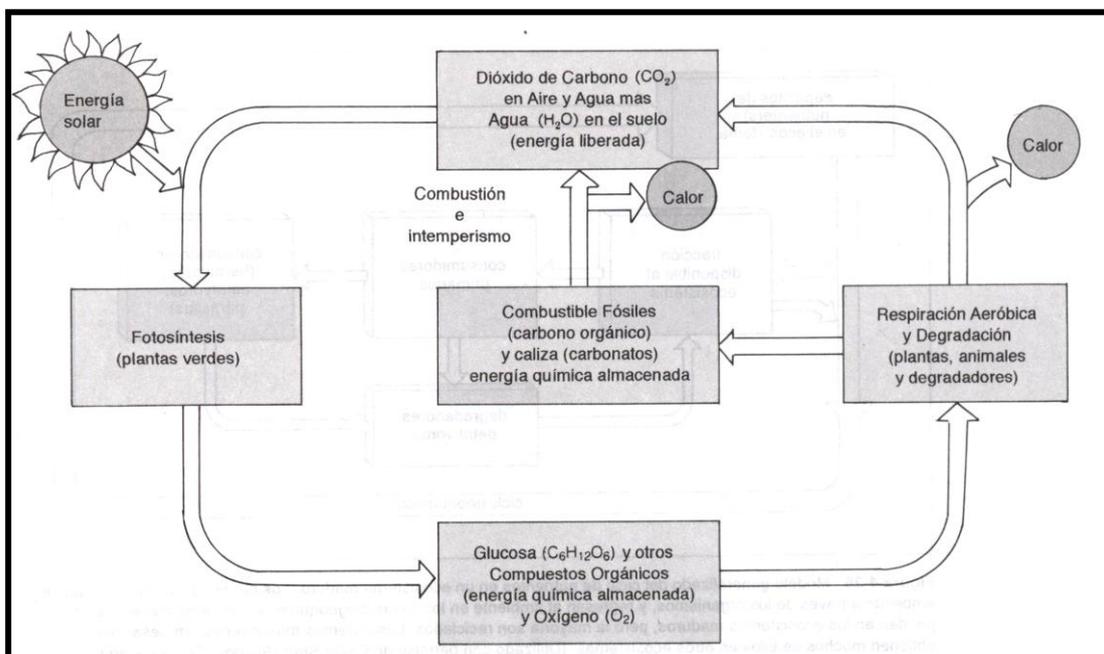


Figura 11. Ciclo del carbono

B) Ciclo del fósforo. El fósforo se encuentra principalmente en las rocas, que al disolverse por el contacto con el agua pasa a los suelos para así pasar al resto del ecosistema (Figura 12).

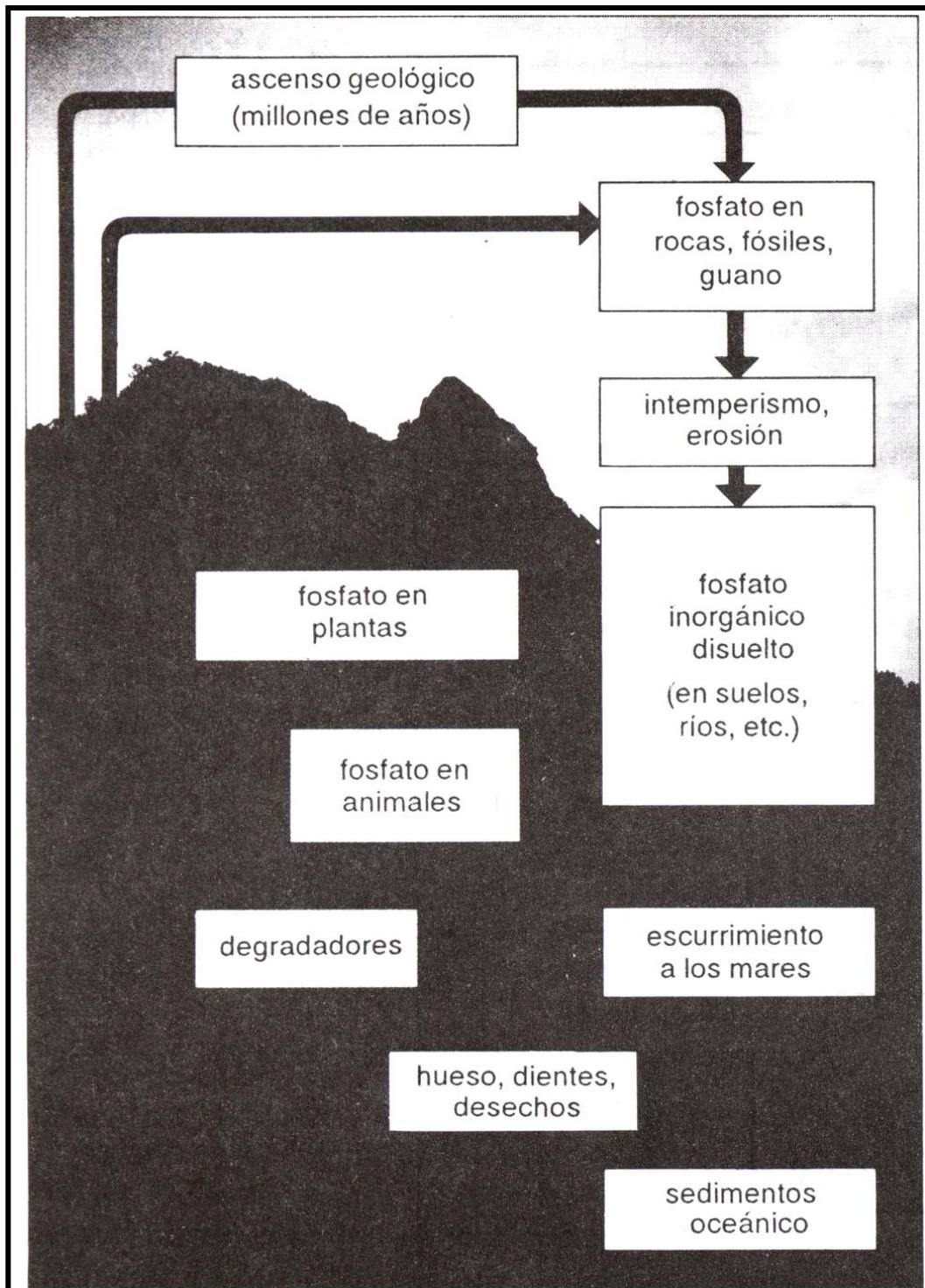


Figura 12. Ciclo del Fósforo

C) Ciclo del nitrógeno. La principal reserva de nitrógeno se encuentra en el aire, pero los organismos lo aprovechan en forma de mineral y son las bacterias las que se encargan de de fijarlo en la tierra que a su vez es aprovechada por las plantas y de ahí a los consumidores primarios. (Figura 13).

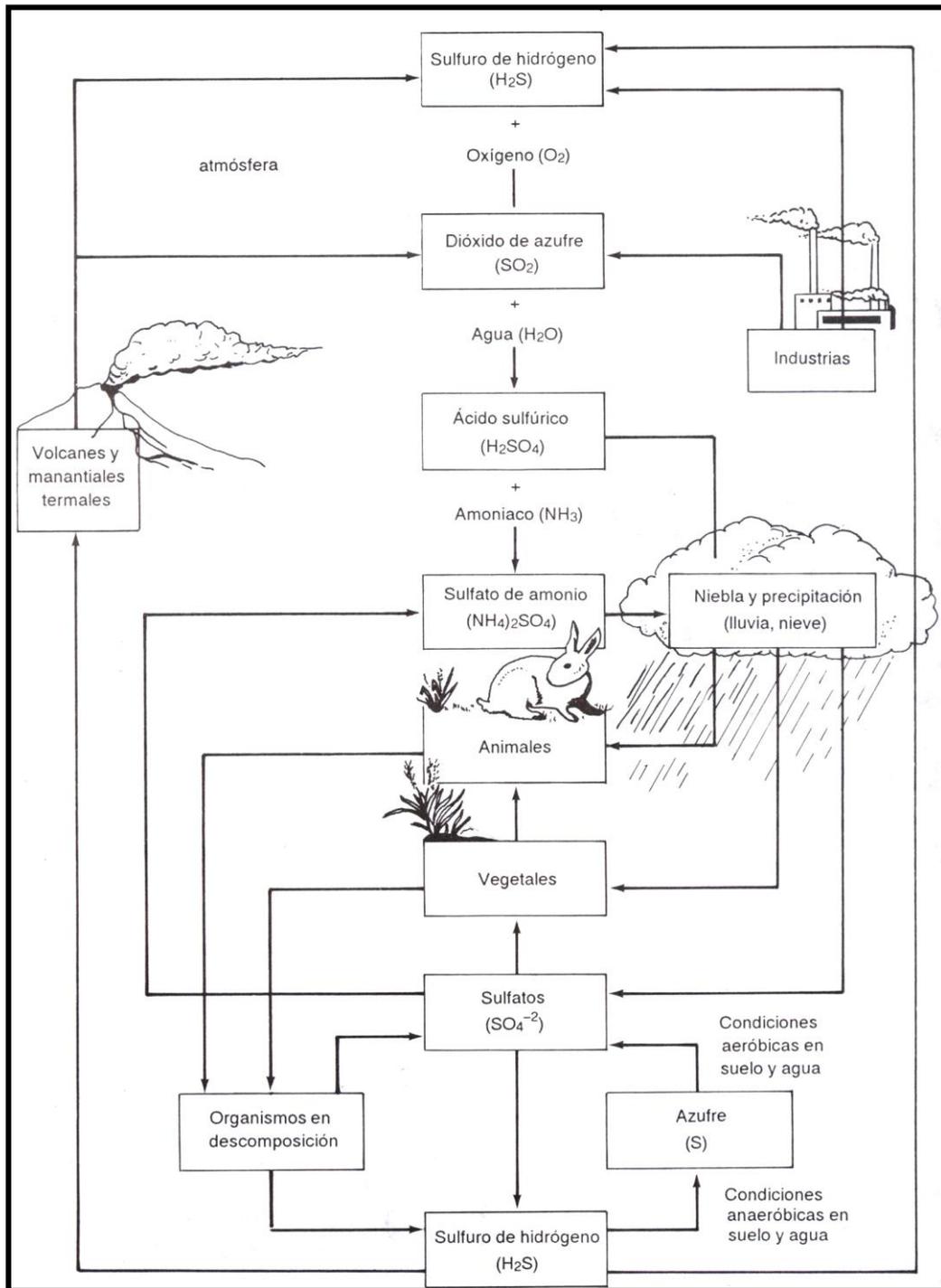


Figura 13. Ciclo del Nitrógeno.

También existe un ciclo que es el pilar de la vida en la tierra, el ciclo hidrológico. (Figura 14).

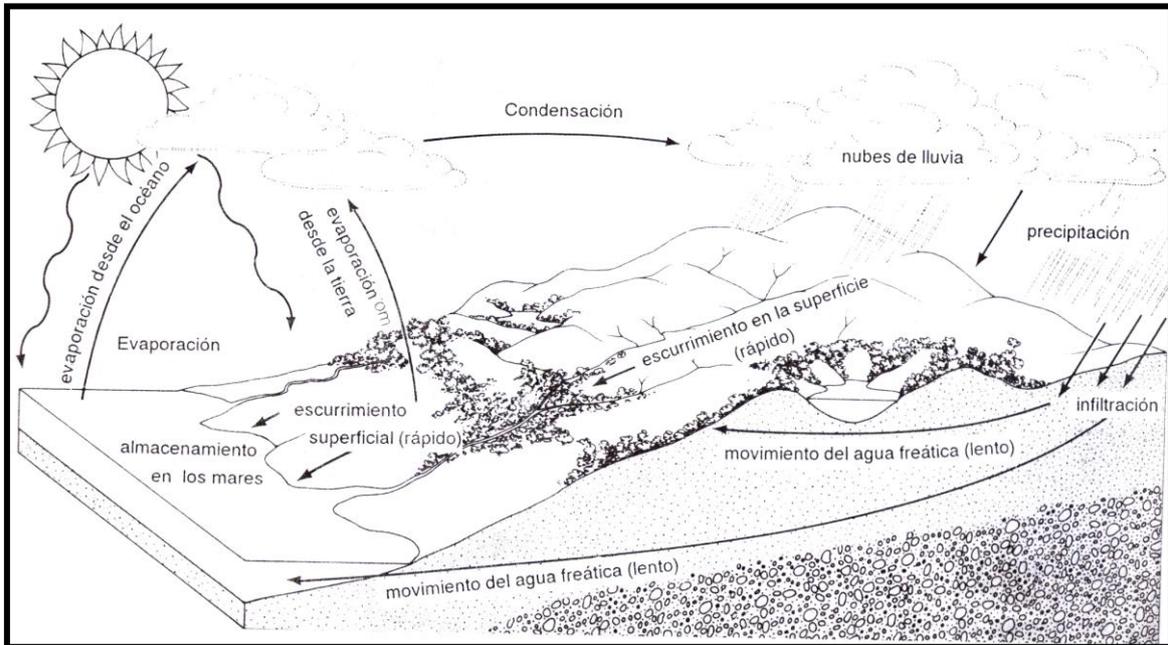


Figura 14. Ciclo del agua.

La evaporación y la condensación purifican el agua siempre y cuando no arrastre contaminantes. Cuando existe precipitación el agua hace reacción con elementos contaminantes que producen, entre otras cosas, ácidos que caen directamente a las fuentes de agua que se encuentran en diferentes lugares de la tierra. Este ciclo ha sido seriamente afectado al no reincorporar el agua de donde se toma. La contaminación, el uso poco eficiente y la sobreexplotación, están generando que en algunas regiones sea limitada la cantidad disponible, incluso en regiones donde no había problema de abastecimiento ya están presentado la carencia lo que es alarmante.

El ser humano al habitar ciertas áreas geográficas, fue modificando su entorno para adaptarse, logrando alterar las condiciones naturales de su ambiente y en algunas zonas el impacto fue tan grande que la diversidad biológica se perdió hasta la extinción.

Las acciones de contrarrestar los impactos negativos que se producen en el ambiente por las actividades antropocéntricas no solo se enfoca en la preservación sino en mejorar las condiciones de vida humana.



## Capítulo 2. Conceptos de sustentabilidad y desarrollo sustentable.

Antes de conocer los conceptos de sustentabilidad, se hablaba de la ecología como un inicio para entender a la naturaleza y estudiarla. La ecología es un término que comenzó a usarse durante la segunda mitad del siglo XIX, se definió como las relaciones de los animales con el ambiente orgánico e inorgánico. La genética, evolución, fisiología y conducta son las disciplinas biológicas que se vinculan con la ecología.

Se puede enfocar el estudio de la ecología desde tres perspectivas: descriptiva, funcional y evolutiva. La descriptiva se basa en la observación y los conocimientos de la historia natural, al describir el funcionamiento de la vegetación, bosques, selvas tropicales, tundras y la interacción de animales y plantas con estos ecosistemas. La funcionalidad se enfoca en las relaciones, para identificar y analizar los problemas que se generan en las áreas., las poblaciones se vuelven complejas sobre todo por las interacciones entre los individuos. El aspecto evolutivo mira a las especies como producto de la evolución.

Las perspectivas muestran debilidades por lo hay que establecer muy bien las ideas básicas desde la parte científica. La ecología en nuestra actualidad se entiende como la forma en la que se evita los impactos dañinos al ambiente, se utiliza para decir si un proceso o un producto cumple con la normatividad que evita impactos a los ecosistemas.

La sustentabilidad va más allá de los estudios de los ecosistemas, al contemplar que los humanos constantemente están evolucionando y en desarrollo, por lo que al integrar el aspecto socio económico al ambiental se crea una estructura de cambios mediante el desarrollo sustentable.

### 2.1. Génesis de los conceptos de sustentabilidad y desarrollo sustentable.

La historia de la humanidad va acompañada de lo complejo que es entender la relación que esta tiene con el ambiente. Por ello, se han hecho innumerables estudios explicando cual es la interacción adecuada que debe de ejercer cuando se hace uso de los recursos o se utiliza el suelo. Desde que se hicieron las primeras ciudades, se han estudiado las relaciones de los seres vivos y su entorno; buscando comprender cuál es la correlación del ser humano con lo que lo rodea.

Las sociedades ven en la naturaleza una forma de satisfacer sus necesidades, explotando los recursos que se encuentran en ésta, ya sea para vestir, alimentarse, lugares donde vivir, etc.



La sustentabilidad es el eje fundamental con él que se busca entender lo complejo de las interacciones de los diferentes componentes del planeta, conservar la biodiversidad, proteger al ambiente junto con las necesidades de la sociedad y el crecimiento económico.

Entonces, una definición de sustentabilidad para que quede claro el concepto será la siguiente : es la capacidad de una sociedad humana de apoyar en su medio ambiente el mejoramiento continuo de la calidad de vida de sus miembros para el largo plazo; la sustentabilidad de una sociedad está en función del manejo que ella haga de sus recursos naturales y equilibre sus acciones indefinidamente (López, 2008).

Otro concepto es el entender a la sustentabilidad como un proceso que permite la continuación indefinida de la existencia humana en la Tierra, a través de una vida sana, segura, productiva y en armonía con la naturaleza y con los valores espirituales.

Una definición concisa es la que menciona que la sustentabilidad es la característica de un proceso o estado y puede mantenerse a través del tiempo. Otra más, ilustra a la sustentabilidad como la reserva de recursos que le permita a las generaciones futuras tener una calidad de vida similar (por lo menos) a la generaciones actuales.

El concepto ha sido confundido con lo que se conoce como “ecológico” o “amigable con el ambiente”, lo que es un error ya que la sustentabilidad no solo se enfoca a la protección y conservación del ambiente, sino que su campo de aplicación se amplía al enlazar a la sociedad en el cuidado de los ecosistemas mejorando su calidad de vida sin afectar las actividades económicas de las poblaciones. Entonces, se investiga que mediante acciones correctivas y preventivas la posibilidad de mantener en correlación las áreas ambiente, economía y sociedad, logrando un equilibrio entre las tres.

Para desarrollar un trabajo sustentable se requerirá entonces, formar equipos de trabajo multidisciplinarios que hagan investigaciones o proyectos que ayuden a tomar las decisiones correctas en beneficio de las personas y el medio ambiente.

La sustentabilidad se clasifica en débil y fuerte.

La débil es aquella que es concebida por la economía neoclásica y enmarca un enfoque no conservacionista. La fuerte es aquella que combina grandes fuentes disciplinarias, como lo son la termodinámica y la ecología.

Para ilustrar la presencia de los componentes de la sustentabilidad en un marco conceptual, los tres ámbitos fundamentales involucrados en tal noción fueron plasmados en un esquema sinóptico el humano, ambiente, economía y las interacciones entre ellas (figura 15).

Se trata de un enfoque integrado del desempeño económico y ambiental, que conforma un área de factibilidad, donde el crecimiento económico debería ser suficiente para resolver el problema de la pobreza y paralelamente sustentable para evitar una crisis ambiental, considerando además tanto la equidad entre las generaciones presentes como la equidad entre las generaciones que involucra los derechos de las descendencias futuras.

En forma muy sencilla de definir la sustentabilidad, es comprender que la sociedad debe saber racionalizar los recursos que obtiene de los ecosistemas con el fin de asegurar su abasto por mucho tiempo, mantener una convivencia equilibrada con el ambiente evitando dañarlo y acabando con la biodiversidad, si se mantiene este funcionamiento se tiene la base para establecer una economía que permita la competencia en el mercado nacional e internacional.

La relación que el ser humano tiene con la naturaleza puede ser a largo plazo mediante la sustentabilidad. Los ecosistemas son sustentables por que se rigen bajo ciertas leyes que permiten el abasto de los recursos para que las poblaciones puedan seguir existiendo, solo es cuestión de retomarlas en las sociedades humanas existentes para asegurar la vida de las especies que se necesitan para el equilibrio de la naturaleza.

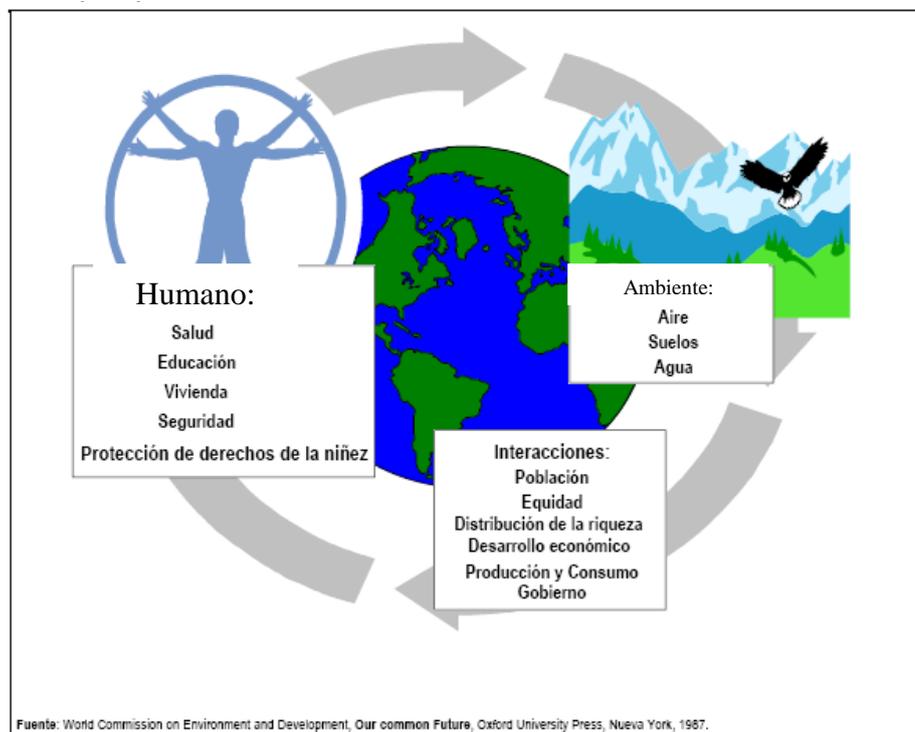


Figura 15. Áreas principales de la sustentabilidad.



La gestión sustentable de los recursos establece definir tres reglas que para un mejor aprovechamiento de lo utilizamos en la vida diaria, y son:

- a) Las tasas de utilización de los recursos renovables no deben de exceder las tasas de regeneración natural.
- b) Las emisiones de los residuos no debe exceder la capacidad de asimilación de los ecosistemas.
- c) Los recursos no renovables deben de explotarse de una manera quasi sustentable, supeditando la tasa de agotamiento a la tasa de creación de sustitutos renovables.

La sustentabilidad es un concepto que va evolucionando y se enriquece con las aportaciones de las investigaciones que realizan en las diferentes áreas de trabajo. Por tal motivo la sustentabilidad requiere de una herramienta para llevarla a la aplicación y se le conoce como desarrollo sustentable, su definición es la de satisfacer las necesidades de las actuales generaciones dejando la posibilidad de que en el futuro las generaciones también lo puedan hacer de manera similar.

La palabra desarrollo significa crecimiento o progreso pero, cuando se une a la sustentabilidad se refiere a que las actividades económicas que van aumentando o se amplían encuentren la manera de mantener su funcionamiento por muchos años.

La industria y las empresas requieren de insumos que provienen de los ecosistemas, pero si estos se acaban no podrán seguir operando por lo que la economía de las regiones se vería afectada y muchas personas se quedarían sin trabajo, sin un sustento para mantener a sus familias.

Por lo que la participación de estos dos grandes pilares de la economía tiene gran relevancia en la sustentabilidad, pero como parte funcional de la sociedad tiene un compromiso aun más grande.

Existen alternativas de construcción, mantenimiento y si se necesitan, de reconstrucción de los inmuebles que se utilizan para la industria y para las empresas. Logrando con estas modificaciones atenuar los impactos al ambiente además de evitar o disminuir la contaminación. Aunque existe una cierta resistencia a la integración de esta forma de trabajo porque se dice que no se puede realizar, pero si existe la tecnología para visitar el espacio debe de existirla también para conservar el ambiente.

Como apoyo se tienen varios métodos que se aplican para resolver los problemas del ambiente, entre los cuales mencionan los estudios de impacto ambiental, el análisis del ciclo de vida y de costo beneficio, las normas ISO 14 000 y los indicadores de sustentabilidad.



## 2.2. Documentos del paradigma de la sustentabilidad.

### 2.2.1. Consejo Mundial de las Iglesias. “Reporte de la conferencia de estudios ecuménicos sobre ciencia y tecnología para el desarrollo humano”.

El Consejo Mundial de Iglesias (World Council of Churches, WCC, por sus siglas en inglés) se reúne para discutir sobre la evolución de la tecnología, como afecta la vida en general y que camino deja para que la humanidad se beneficie sin afectar los intereses de los seres humanos. También, comparte una reflexión sobre la sensibilidad y la empatía hacia las demás especies con las que compartimos el planeta.

En el documento titulado “Perspectivas cristianas sobre antropología teológica”, hace un análisis sobre la naturaleza humana que el comprenderla es un factor determinante en la toma de decisiones, porque entiende cual es el origen, las limitaciones y las posibilidades de integrarla en el desarrollo de las ciencias naturales. No hay que dejar de lado que es un trabajo que involucra a todas las culturas y que también se requiere de un estudio multidisciplinario (WCC, 2005).

El verdadero significado del ser humano y de su naturaleza, son la base para enfrentar los desafíos éticos, espirituales y materiales que existen en la actualidad, los cuales de manera urgente requieren más que nunca de soluciones eficaces antes de que se destruya lo más preciado que se tiene, que es la vida.

Cuidar al ser humano radica en preservar y conservar lo que le rodea, pero sobre todo, lo que permite su existencia; esto implica que se tome en consideración los ecosistemas, que son los que nos brindan lo que necesitamos para vivir.

La economía es uno de los temas más importantes que requiere de análisis a fondo, porque es en algunas ocasiones la primera y la única razón que se toma en cuenta a la hora de tomar decisiones. La globalización ha ocasionado que el comercio afecte directamente a los países en desarrollo; las grandes empresas son las que dirigen las transacciones, dejando a un lado a los que no cuentan con subsidios o apoyos que y mandándolos directamente a la ruina.

La tecnología, la biotecnología y la ingeniería genética aun siguen siendo un tema de debate al hacer nuevos planteamientos acerca de lo que es la vida. La ética entonces juega un papel importante al ser una línea base para realizar o no algunos proyectos que pueden ser perjudiciales en lugar de ser beneficiosos. Además, de que estos avances no se encuentran al alcance de todos, porque son muy costosos a parte que se importan de los países desarrollados a los demás.



Lo parte espiritual del ser humano, la ética y lo material son los desafíos de la época actual. Aunque, si se compartieran los puntos de vista de todas las culturas, se aprendería más unos de los otros en encontraría hacer una causa común. Las sociedades tienen el potencial de creatividad, responsabilidad y compromiso para resolver los problemas que compartimos como humanidad.

### 2.2.2. Nuestro futuro común

En la Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo, Suecia), del 5 al 16 de junio de 1972, se manifestaron, por primera vez, las preocupaciones de la comunidad internacional en torno a los problemas ecológicos y del desarrollo. En 1976, con motivo de la Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos, conocida como *Hábitat* (Vancouver, Canadá), se consideró la necesidad de mejorar la calidad de vida a través de la provisión de vivienda adecuada para la población y el desarrollo sustentable de los asentamientos humanos.

En 1987, la Comisión Mundial de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, adoptó por unanimidad el documento *Nuestro futuro común* o Informe Brundtland, que constituye el acuerdo más amplio entre científicos y políticos del planeta y que sintetiza los desafíos globales en materia ambiental en el concepto de desarrollo sustentable.

Éste se definió como «aquél que satisface las necesidades esenciales de la generación presente sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades esenciales de las generaciones futuras».

La expresión de desarrollo sustentable tiene mayor significación por el alcance explícito que se le ha atribuido, que por las definiciones lingüísticas que aportan los diccionarios. Este, entonces es un tipo de desarrollo al que se incorporan los principios de sustentabilidad.

### 2.2.3. Agenda 21

En Junio de 1992 se celebró en Río de Janeiro, la conferencia del Medio ambiente y del Desarrollo de las Naciones Unidas, conocida como la Cumbre de la Tierra. Los temas que fueron tratados eran sobre diversidad biológica y el calentamiento global, expresado en la constitución de la convención marco de las naciones unidas sobre el protocolo el cambio climático, que es el antecedente del Protocolo de Kioto (López, 2008).

Se formalizó un programa para el siglo XXI, con el que se buscaba explicar los problemas a resolver en esta época, desde la perspectiva ambiental y el lado económico, definir lineamientos que logren detallar las acciones a seguir en cualquier parte que se requiera. Este documento oficial firmado por los países participantes se le llama Agenda 21. Esta, consta de 40 capítulos y está dividida en cuatro secciones.



La primera sección describe los problemas sociales que van de la mano con aspectos económicos. De las situaciones sociales más apremiantes es el de combatir la pobreza, cada año el número de gente que se encuentra en esta situación aumenta de manera considerable que no permite que las sociedades puedan seguir evolucionando (ONU, 1992).

La segunda sección se enfoca directamente en los problemas ambientales causados por las actividades humanas. Entre ellas, las consecuencias de la contaminación del aire, agua y suelo. Una de las actividades que genera más problemas ambientales es la agricultura, por lo que este apartado deja exclusivamente un capítulo a la agricultura sustentable. El tema del agua es uno de vital importancia, por lo que se analiza las posibles acciones a seguir para asegurar su abastecimiento, claro con una correcta administración de su uso. Recuperar los ecosistemas dañados, es prioridad para mantener la biodiversidad del planeta. El océano y la gran variedad de especies que habitan ahí, los lagos, ríos y mares que son una fuente importante de alimento, también debe ser regla para racionalizar los recursos que obtenemos de ellos.

Los residuos que se generan de las acciones del hombre, son un problema muy grave de consecuencias catastróficas. Los residuos de las ciudades se confinan o se dejan en lugares en donde no se les da un adecuado manejo. El reciclaje, la reutilización y reducir los espacios que se ocupan para almacenarlos son el comienzo para combatir este reto. Algunos de estos residuos son muy peligrosos por el origen de su creación, estos requieren estudios e investigaciones más especializados para su tratamiento.

La tercera sección comprende que para cambiar y mejorar la situación actual se requiere del trabajo de todas las personas que integran las sociedades. Por lo tanto, se deben de tomar en cuenta y apoyarlos para que también sean parte de las propuestas. Dentro de una sociedad existen grupos vulnerable los que sufren de discriminación o de aislamiento lo cual repercute en el avance de la sociedad, sobre todo económicamente.

Los medios de ejecución es de lo que trata la cuarta sección. Lo más difícil de establecer las ideas y las metodologías, es llevarlo a la práctica. Se requiere entonces capacitación técnica y proyectos de investigación que aseguren que se puedan aplicar los cambios.

El dinero siempre es un factor importante para poder tomar medidas de cambio en la sociedad. En algunas cuestiones solo depende de la situación económica para hacer los proyectos, pero en general hay muchas cuestiones que se tienen que tomar en cuenta por que todo se relaciona y existen muchas cosas en juego.



### Capítulo 3. Agricultura sustentable. Definiciones y alcances del término.

Antes de la industrialización de la agricultura, los agricultores transformaban bosques, pastizales y selvas en regiones de cultivo. Combatían las plagas con métodos tradicionales, rotaban los cultivos y los desechos de los animales de granja lo usaban como abono. Con estas prácticas, aseguraban el alimento a miles de gentes al cuidar del suelo y mantener los nutrientes necesarios para las plantas.

La revolución industrial también implicó un cambio profundo en la forma de sembrar la tierra. Las modificaciones más significativas fueron: el cambio de animales de tiro por maquinarias que requerían de combustibles fósiles, uso de fertilizantes químicos, plaguicidas y uso de nuevas tierras de cultivo. La población fue aumentando por lo que se requerían más alimentos, y a esto vino el cambio más significativo la introducción de nuevas especies de semillas que al ser mejoradas los campesinos las prefirieron al resistir plagas y climas extremos. Entonces al modificar la manera tradicional, se necesitó más agua para abastecer la demanda y se usó mucho más de lo que se estaba utilizando.

Ahora la agricultura depende de recursos energéticos, específicamente de los combustibles fósiles en algunos casos, lo que la hace carente de autosuficiencia lo que también genera aumento en los costos.

Las inversiones son muy grandes para poder obtener rendimientos, lo que aísla de la competencia a los productores con pocas hectáreas de siembra. La gente en estas regiones se queda sin trabajo al verse imposibilitada de trabajar su tierra y emigra a otros lugares buscando oportunidad de empleo.

El mercado de alimentos exige que se entreguen en menos tiempo a bajo costo, aparte de cumplir con ciertas normas de calidad que incluyen solo a solo una parte de la producción por lo que se deja a un lado todo lo que no cumple con estándares que en el mejor de los casos se utiliza o se vende y en otros es mercancía ya pérdida.

Las implicaciones políticas y económicas son en gran medida lo que controla el suministro de alimentos, al incluir como medida más importante el alimentar a las personas que habitan en este momento no importando el costo ambiental ni el bienestar de todas las personas involucradas.

A nivel mundial los problemas que genera la agricultura ocasionan que en más lugares los recursos naturales disminuyan. Se logra constatar, al observar la erosión de suelos que antes se ocupaban para la agricultura, salinización de otros suelos, destrucción de zonas forestales, contaminación y disminución de fuentes de agua, pérdida de biodiversidad, por mencionar los más importantes.



La agricultura en su forma actual requiere de una reestructuración desde el proceso de obtener las semillas hasta la llegada de su producto a manos de los consumidores, para minimizar los impactos que ésta genera al ambiente. Tenemos en archivos históricos (incluso prácticas actuales) donde se describen técnicas antiguas que promueven el cuidado del suelo y de las regiones cercanas para evitar su degradación. Por lo que, al mezclar técnicas actuales y reincorporando las que ya existían se puede llegar a establecer las herramientas ideales para mantener la agricultura como una fuente de trabajo y alimentación.

La agricultura extensiva es una de las genera más problemas ambientales, requiere grandes extensiones de tierra que usan fertilizantes y plaguicidas contaminantes de suelo y agua. La producción requiere de poca inversión de mano de obra, insumos y de capital, para que se obtengan ganancias. Este tipo de agricultura ha sido de gran ayuda por que ha logrado mantener el abastecimiento de los productos básicos a nivel mundial, pero los costos ambientales son demasiado altos.

Para la agricultura intensiva se requiere una menor cantidad de hectáreas en comparación con la agricultura extensiva. En la clasificación de la agricultura extensiva se encuentra la de agricultura protegida, su producción es bajo condiciones controladas de temperatura, humedad, cantidad de nutrientes, agua y sustrato consiguiendo así un alto rendimiento. Los tipos de agricultura protegida son: macro túneles, micro túnel, invernaderos y malla sombra. En México actualmente es una opción que se emplea para el apoyo al campo.

Ante estas formas de cultivo se buscan alternativas que minimicen los impactos al ambiente, se conserve la biodiversidad, se cuiden los recursos y se evite la contaminación del agua y suelo. A nivel mundial existe un organismo que se encarga de buscar las opciones más viables, proyectos y estudios que mejoren la calidad de vida de los campesinos a la par de cuidar los recursos naturales.

### 3.1. Agricultura sustentable de acuerdo a la FAO.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) creó un organismo encargado de dirigir las actividades internacionales de lucha contra el hambre que se llama FAO (Food and Agriculture Organization por sus siglas en inglés), es el principal organismo de las Naciones Unidas encargado de dirigir las actividades internacionales de lucha contra el hambre. El trabajo de la FAO consiste en ayudar a los países en desarrollo a modernizar y ampliar su agricultura, silvicultura y pesca, mejorar sus niveles de alimentación y nutrición y aliviar así la pobreza y el hambre.

El 16 de octubre de 1945, la FAO se estableció como organismo especializado de la ONU en el primer periodo de sesiones de la conferencia de la FAO, celebrado en Québec, Canadá.



La FAO presta asistencia para el desarrollo, asesora a los gobiernos en materia de política y planificación, recopila, analiza y difunde información y funciona como foro neutral internacional para debatir cuestiones de agricultura y alimentación. Asimismo ayuda a los países a prepararse para las emergencias alimentarias y proporciona asistencia de socorro.

La FAO tiene más de 1,800 proyectos del Programa de Campo (acciones operativas), los cuales atraen más de 300 millones de dólares al año de organismos y gobiernos locales. La FAO está al servicio de sus 189 países miembros y la Unión Europea, además colabora con miles de asociados en todo el mundo, desde organizaciones de la sociedad civil hasta otros organismos de las Naciones Unidas, bancos de desarrollo y el sector privado.

El campo de acción de la FAO se refiere al más fundamental de las necesidades y los derechos humanos, el acceso a alimentos suficientes, así como a un sector crucial de la economía mundial: la agricultura, la actividad forestal y la pesca.

Incrementar la producción y la productividad agrícola requiere, entre otras cosas, de una capacitación técnica. Capacitar a la gente es ayudarla a depender de sí misma para salir adelante. Un enfoque de desarrollo rural sostenible a largo plazo, permite aprovechar racionalmente los recursos naturales para satisfacer nuestras necesidades ahora, así como asegurar que nuestros hijos también puedan hacerlo mañana.

La conservación de la sustentabilidad de la tierra para el uso agrícola es desde hace mucho, una cuestión de extrema importancia en México. Los vínculos entre el ambiente, la pobreza y las actividades agrícolas deben ser entendidos para guiar la acción futura. El deterioro ambiental, a su vez, puede comprometer la productividad agrícola actual, debilitar paulatinamente la producción futura y perpetuar la pobreza. Así, mientras la pobreza acelera el deterioro del ambiente, el deterioro del ambiente incrementa la pobreza.

El sector agrícola comercial relativamente próspero basado en producciones grandes coexiste con una agricultura tradicional empobrecida, a menudo indígena y de pequeña escala. Las parcelas tradicionales no solo son incapaces de dar respuesta a las demandas mayores de consumo y de producción de una familia; también están localizadas generalmente en zonas marginales densamente pobladas.

Se contempla a la agricultura orgánica como un sistema de producción de alimentos que promueve el cuidado del suelo y el agua, respetando los ciclos biológicos, empleando tecnologías menos abrasivas para el ambiente haciendo uso de información técnica y científica avalada para ese fin.

Aunque existe la opción de agricultura orgánica y ecológica, se requiere de una opción que asegure abarcar todos los factores que intervienen en la agricultura, porque no solo se habla de la producción de alimentos, y de abastecer la demanda a toda costa. También, implica que los campesinos tengan opciones de un trabajo digno y remunerado.



Ante esta situación, se ha ingresado un concepto que integra todos los agentes que intervienen en esta noble actividad, desde algunos años la sustentabilidad es una herramienta para lograr el equilibrio entre la sociedad, la economía y el ambiente.

### 3.2. Definiciones de agricultura sustentable.

La FAO ha creado grupos de investigación para que busque opciones viables para lograr que la agricultura sea sustentable. Dentro de su visión, define a la *agricultura sustentable como el manejo y conservación de los recursos naturales y la orientación de cambios tecnológicos e institucionales de manera que aseguren la satisfacción de las necesidades humanas en forma continuada para las generaciones presentes y futuras. Tal desarrollo sustentable conserva el suelo, el agua, y recursos genéticos animales y vegetales; no degrada al medio ambiente; es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable.*

La definición anterior contempla lo más importante en el tema de la agricultura que es la administración de los recursos disminuyendo los impactos al ambiente a través de una tecnología adecuada y dirige el desarrollo sustentable hacia la conservación y preservación de los recursos. Pero, falta ampliar el concepto, se debe de incorporar la participación directa de la sociedad y de las personas que trabajan directamente en la agricultura, y como los estudios económicos reforzarían la venta y distribución de los productos.

En el siguiente concepto, *la sustentabilidad de la agricultura y de los recursos naturales se refiere al uso de recursos biofísicos, económicos y sociales según su capacidad, en un espacio geográfico, para, mediante tecnologías biofísicas, económicas, sociales e institucionales, obtener bienes y servicios directos o indirectos de la agricultura y de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras. El valor presente de bienes y servicios debe representar más que un valor de las externalidades y los insumos incorporados, mejorando o por lo menos manteniendo de forma indefinida, la productividad futura del ambiente físico y social. Además de eso, el valor presente debe estar equitativamente distribuido entre los participantes del proceso.*

Es más extensa la percepción anterior de lo que es la agricultura sustentable sobre todo porque incluye la participación social tanto privada como pública, porque la agricultura no solo es local sino que sus acciones repercuten a las regiones aledañas hasta llegar a las estatales o nacionales. Pero, además hace hincapié en que los recursos no son valiosos solo por representar una moneda o un billete sino que hay que darles el valor agregado de lo que representan para la vida en el planeta.

Incluye que lo que se obtiene de los recursos debe de distribuirse de manera equitativa en las poblaciones lo que es equiparado a combatir la pobreza.



Una definición escueta, es que *la agricultura sustentable es aquella que equilibra equitativamente intereses relacionados con la calidad ambiental, la viabilidad económica, y la justicia social entre todos los sectores de la sociedad.*

Lo que es un hecho es que hay que encontrar la forma de equilibrar las posturas de los diferentes personajes involucrados, porque en las mesas de discusión por una parte están los ambientalistas, por otro lado los políticos con intereses encontrados y por otro los economistas, y es lógico que cada parte crea tener la razón. Cuando las decisiones deben de ser objetivas y concretas, en las que se busque el bien común.

*La sostenibilidad en la agricultura esencialmente significa el equilibrio armónico entre el desarrollo agrario y los componentes del agro-ecosistema. Este equilibrio se basa en un adecuado uso de los recursos localmente disponibles (como: clima, tierra, agua, vegetación, cultivos locales y animales, habilidades y conocimiento propio de la localidad) para poner adelante una agricultura que sea económicamente factible, ecológicamente protegida, culturalmente adaptada y socialmente justa, sin excluir los insumos externos que se pueden usar como un complemento al uso de recursos locales.*

La cultura es una pieza importante en la aplicabilidad de la sustentabilidad, porque involucra la sabiduría de las culturas en aspectos agrícolas que en algunos casos aplicaban medidas para sostener sus cultivos. Como el caso de los aztecas que al implementar la chinampa ejercían la rotación de cultivos que mantenía abastecida de alimentos a las poblaciones.\*

La agricultura sustentable se refiere a los sistemas agrícolas que son viables desde el punto de vista ecológico, social y económico, que puede mantenerse no solo a corto plazo sino también a largo plazo. Para lo cual se tomará en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Optimizar rendimientos de alta calidad en función de los costos
- b) Minimizar el impacto sobre los recursos naturales, incluyendo biodiversidad, suelo, agua, etc.
- c) Promover la sanidad del medio ambiente
- d) Diversificar las áreas del medio rural
- e) Maximizar los recursos bióticos y abióticos, entre ellos los enemigos naturales y la energía solar.
- f) Mantener el sistema de explotación indefinida.

Los sistemas agrícolas sanos dependen de un manejo adecuado del suelo y de mantener la biodiversidad en ellos por lo que la agricultura moderna al contar con pocas variables forma un sistema inestable.

\*Las definiciones anteriores se retomaron del apartado llamado "Campo de estudio: agricultura sustentable", que se encuentra al principio de este documento.



### 3.3. Agricultura ecológica, orgánica y protegida.

La agricultura ecológica por definición es un sistema de producción y elaboración de productos agrarios que tiene como objetivo la obtención de alimentos de máxima calidad nutritiva u organoléptica, respetando el medio ambiente y sin utilizar productos químicos de síntesis ni organismos modificados genéticamente (Kolmans, 1999).

La agricultura orgánica por otro lado busca mantener la fertilidad en el suelo, elimina el uso de plaguicidas y ha impulsado la rotación de cultivos con el objetivo de producir alimentos inocuos y sanos, es un trabajo de transformación social y económica, que da a los agricultores la libertad de producir y garantizar la producción agraria (Aquiahuatl, 2006).

En esencia la agricultura ecológica y la orgánica son iguales pues, buscan los mismos intereses y cumplir los mismos objetivos, entre los que destacan los siguientes.

- a) Producir alimentos sanos, libres de plaguicidas u otro tipo de contaminante, manteniendo prácticas que minimicen los daños al ambiente.
- b) Producir alimentos accesibles para toda la población y que cumplan con valores nutrimentales.
- c) Propiciar la elaboración de insumos por los propios agricultores.
- d) Uso de energías renovables.

La agricultura protegida es un sistema de producción que se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio ambiente impone para el desarrollo óptimo de las plantas. Los tipos son: micro túneles, macro túnel, malla sombra e invernaderos (Sánchez, 2010).

El invernadero es una construcción agrícola translúcida que tiene como objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de plantas de cultivo establecidas en su interior con cierta independencia del medio exterior.

Las desventajas del invernadero es que en un inicio requiere de una fuerte inversión más el costo del mantenimiento y operación. Se desconoce cuál es el diseño apropiado para cada región de acuerdo a sus necesidades. La capacitación es necesaria para el manejo del suelo, del clima por que se desconoce cómo funciona. Antes de cosechar se debe de tener ya la venta de la cosecha para evitar atrasos y proteger la producción. Las especies que se pueden cultivar en esta estructura son limitadas.



Las ventajas se ven desde dos puntos de vista, el económico y el técnico, son: control de heladas y de las bajas temperaturas, control de insolación y de altas temperaturas, control de velocidad del viento, control de muchas especies de plagas (barrera física), control de los excesos de humedad edáfica y las enfermedades causadas por ello, menor presencia de enfermedades, posibilidad de controlar el CO<sub>2</sub>, ahorro de agua al utilizar hidroponía, más altos rendimientos y mayor calidad de productos de alto valor económico, producción continua y más precoz (varios ciclos por año), programación de las cosechas para fechas en que el mercado ofrece mejores precios y más seguridad de éxito por no depender tanto de los factores meteorológicos.

La agroecología es la disciplina que utiliza los principios ecológicos para estudiar, manejar, diseñar y evaluar los ecosistemas, desde el punto de vista integral, incorporando aspectos culturales, tecnológicos, biofísicos y socioeconómicos (Toledo, 2008).

Aunque estas son alternativas al sistema de agricultura que actualmente se emplea aun falta que integren todas las variantes de economía, sociedad y ambiente para que puedan ser sustentables.



#### Capítulo 4. Establecimiento de los principios para la agricultura sustentable.

La agricultura es una de las actividades que genera más degradación en los recursos naturales; el suelo, el agua y los bosques se han visto disminuidos o contaminados por la adaptación de la agricultura tradicional a la agricultura moderna.

La población mundial al ir aumentando demanda más comida por lo que se tuvieron que implementar medidas drásticas para producir más alimentos al menor costo; grandes avances tecnológicos como el uso de agroquímicos, las variedades de semillas mejoradas, la mecanización y el riego cumplieron con el objetivo. Aunque al principio se generaron más alimentos, a la larga los suelos utilizados se vieron disminuidos en su uso al presentar problemas de carencia de nutrientes, por lo que las parcelas eran abandonadas hasta su erosión.

Las consecuencias de esta actividad repercuten en los costos ambientales, la contaminación del agua, la erosión que va en aumento y el incremento en el uso de plaguicidas forman parte de ecosistemas insustentables.

La idea principal de la agricultura sustentable es mantener la producción de las tierras de cultivo sin degradar el medio ambiente manteniendo los medios de soporte. A los costos de producción es necesario incorporarles los costos ambientales de pérdida de suelo, contaminación y erosión.

La agricultura industrializada logró grandes avances al obtener mayor producción de alimentos en poco tiempo. Sin embargo, estas prácticas han generado daño a los ecosistemas, además de pérdida de suelo cultivable que se traduce en millones de pesos.

Se requiere crear un sistema de agricultura que permita que sea sustentable, para lo cual se tomara a consideración la disminución en el uso de combustibles fósiles y usar energías renovables, aplicación de policultivos o asociación de especies y proponer cultivos perennes en vez de caducos anuales.

La finalidad de hacer este tipo de mejoras involucra la preservación y renovación del suelo, conservación y administración del uso del agua, buscar mercados accesibles, no considerar a la actividad agrícola como industria por que se trabaja con seres vivos, adaptar a cada región el tipo de cultivo de acuerdo a sus características, geográficas, topográficas y fisicoquímicas, incrementar la producción intensiva pequeña y gran escala intercalando frutas, verduras, madera y ganado, los materiales que se requieran se obtendrán de los recursos locales, buscar las alternativas en uso de energía renovable, cambiar por abonos y plaguicidas orgánicos, y plantar cortinas rompe vientos.

Las actividades sustentables son aquellas que se desarrollan dentro del área delimitada por la línea de las consideraciones de sustentabilidad, dicho de otra forma que están dentro de las posibilidades de la biosfera para aceptar impactos negativos sin comprometer el abasto futuro.



Para la aplicabilidad de la sustentabilidad en la agricultura se requiere desarrollar principios que permitan visualizar el campo de aplicación y determinar las áreas que se van a modificar. Un principio es una verdad o ley fundamental que provee un marco primario, esto se requiere para aproximar los ideales de sustentabilidad a cualquier campo específico y se requiere evolucionar los criterios sustentables, para así proponer una serie de principios de sustentabilidad que incluyan minimización de los residuos, protección de la naturaleza, preservación de la salud humana y mejoramiento de la calidad de vida.

Se requiere de lineamientos que sugieran herramientas y métodos para pasar del plano teórico al práctico; en Bellagio, Italia se celebró una reunión internacional y como resultado se establecieron los Principios de Bellagio para el desarrollo sustentable, en breve se describen a continuación:

- a) Se define sustentabilidad para cada caso
- b) La sustentabilidad debe visualizarse en sentido holístico
- c) Incluir la equidad de proyectos
- d) El tiempo debe incluir las escalas humana y de los ecosistemas. Incluir impactos en mayor amplitud.
- e) La sustentabilidad debe valerse mediante un número limitado de indicadores
- f) Métodos e información que muestre el avance de la sustentabilidad deben ser abiertos y accesibles para todos
- g) Avance comunicado a la sociedad
- h) Participación de la sociedad en los proyectos sustentables
- i) Retroalimentación de los métodos aplicados, incorporar la experiencia
- j) Se requiere la capacitación institucional para asegurar el seguimiento que verifique el progreso hacia la sustentabilidad

Con estos principios se comprende la integración de las áreas ambiental, económica y social, determinando objetivos y metas que se alcancen con la participación de los sectores públicos y privados.

Para establecer los principios de la agricultura sustentable se requiere entender la definición de lo que significa y de lo que quiere decir. Al integrar las definiciones analizadas en el capítulo 3, se concluye que: la agricultura sustentable es aquella en la que se logra racionalizar los recursos de los ecosistemas manteniendo su biodiversidad evitando los daños y contaminación al ambiente, con lo que se consigue dar trabajo y calidad de vida a la población que depende directamente de ella, además de generar productos que se adecuen a los estándares de calidad obteniendo así una participación en la economía local, regional, nacional e internacional.



Los principios se establecen de acuerdo al sector o actividad en donde se quiera aplicar, se proponen los siguientes para la actividad agrícola:

- a) Cuidado y conservación de los recursos. Esto es evitando los procesos de degradación de los recursos naturales del suelo y del agua mediante prácticas de control. Entre las que se tienen el surcado de contorno, construcción de terrazas, los drenes, los bordos y zanjas, las regaderas y estructuras hidráulicas trazadas y construidas para facilitar el riego, las presas de control de azolve entre otros.

Designar áreas específicas para la vegetación evita la pérdida de suelo, lo que se recomienda es destinar un área para el cultivo, otra área para la silvicultura, otra para el pastoreo y otra para la vida silvestre. Las principales prácticas que se pueden usar son el cultivo de fajas, la rotación de cultivos, los policultivos, la reforestación, la rehabilitación de pastizales y la resiembra por mencionar algunos.

Para el tratamiento de aguas residuales la construcción de humedales artificiales es una alternativa debido a su alta eficiencia de remoción de contaminantes y a su bajo costo de instalación y mantenimiento.

- b) Preservar y conservar la biodiversidad. Los bosques deben de mantenerse para asegurar los recursos, y la diversidad biológica. El uso de semillas de la región mantiene la riqueza genética de la zona y genera menos problemas al conocer como que es lo que necesita para los cultivos.

Existe el debate sobre el uso de semillas mejoradas, porque existen ventajas y desventajas, pero lo primero que hay que saber antes de tomar una decisión es que no tengan información genética de animales, por que provoca desequilibrio en el sistema agrario. Una desventaja notable es que llegan a costar el doble o el triple que una semilla tradicional, también requieren en algunas ocasiones de más agua o fertilizantes. Cuando se venden estas semillas no van acompañadas de un manual de uso lo que dificulta su aplicación. Este uso de semillas desplaza a las semillas nativas lo que representa una pérdida de riqueza genética.

- c) Técnicas de control de plagas no tóxicas. Evitar el uso de productos altamente tóxicos. Usando extractos naturales como el ajo y el chile. Los policultivos funcionan como barreras biológicas. El manejo de enemigos naturales y de insecticidas microbianos.
- d) Crear sistemas cíclicos. Esto con el fin de aprovechar al máximo todos los recursos. Mantener la rotación de nutrientes con los policultivos.
- e) Uso de residuos. Los residuos que se generan se pueden utilizar como alimento de ganado o como fuente de composta.



- f) Excluir el uso de fertilizantes petroquímicos.
- g) Capacitación de los agricultores. Agricultura, silvicultura, y ganadería.
- h) Fortalecer el sistema agrario. Mediante apoyos y asociaciones que comercialicen los productos y generen ganancias a los productores.
- i) Promover la autosuficiencia alimentaria.
- j) La actividad agrícola permite un acceso equitativo a los servicios.
- k) Los marcos económico, legal e institucional promueven el manejo sustentable de la agricultura.

Los principios son la primera base para la introducción a la sustentabilidad, abarcan de manera general todos los aspectos involucrados de la actividad agrícola señalando áreas de oportunidad para el cambio necesario hacia el desarrollo sustentable.

Para que los principios sean funcionales se requiere de criterios, que le dan significado a los principios y permiten que estos sean medibles. Estos, van a estar compuestos por indicadores, que van a ser las variables o componentes del sistema mencionado y así, se determinará la situación del criterio en particular.

La obtención de indicadores de sustentabilidad no es tarea fácil, en muchas ocasiones se necesita reflexionar para no perder de vista aspectos cruciales que pueden no tomarse en cuenta si se seleccionan demasiados indicadores y los análisis de datos pueden representar costos inmanejables además de que los resultados y conclusiones pueden ser redundantes y el mensaje que se quiere comunicar a través del conjunto de indicadores puede resultar incomprensible (Astier, 2008).

Los indicadores cuidadosamente seleccionados o indicadores estratégicos deben formar un conjunto sólido que proporcione información sobre los atributos de la sustentabilidad y los procesos relevantes que tienen lugar en el sistema de manejo a evaluar probablemente se comience con una lista preliminar exhaustiva de posibles indicadores pero se debe terminar con un conjunto manejable para el equipo de evaluación a donde se quiera llegar.

Esto, abarcando los siguientes aspectos, que se muestran en la siguiente figura:

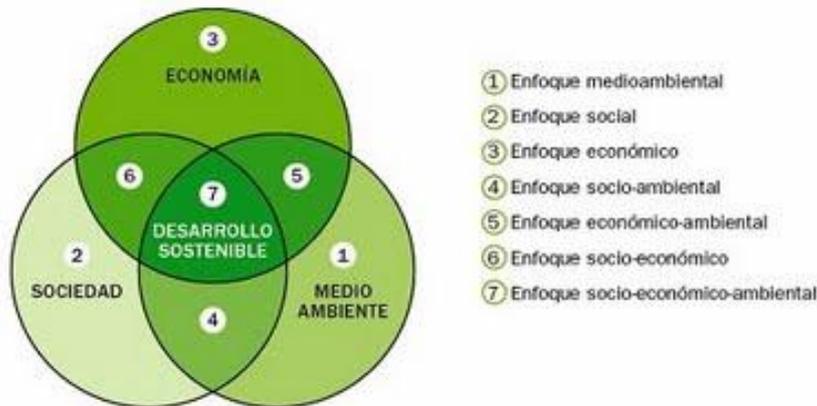


FIGURA 16. Ejes o dimensiones fundamentales del desarrollo sustentable (Toledo, 2002).

Los indicadores de sustentabilidad, son parámetros o valores que proporcionan información acerca de fenómenos, el objetivo es proporcionar información sobre el estado de la relación entre la sociedad y el mejoramiento o empeoramiento de la calidad del entorno, asimismo deben señalar si esa sociedad está en el rumbo sustentable.

Los indicadores son una herramienta de la sustentabilidad a través de cual se formulan políticas. Se espera que proporcione valores cualitativos y cuantitativos que ayuden a los individuos a que hagan elecciones para su futuro como base de información objetiva que permita aplicarla.

Para desarrollar indicadores se requiere de manejo de información registrada, lluvia de ideas de los participantes, objetivos de los grupos, opiniones de expertos, valoraciones cuantitativas y cualitativas, se pueden incluir encuestas.

En el sistema de indicadores, es importante definir los objetivos socio-políticos, con el propósito de precisar el contenido de cada uno de los elementos que lo integran.

Se organizan por temas por sectores a escala espacial (global, regional o local, medios ambientales (aire, agua, suelo, recursos bióticos, etc.). La selección de indicadores, debe ser muy cercano a los efectos posibles.

El desarrollo sigue ciertos pasos, con los que se mantiene un camino a seguir. Primero se establecen los objetivos o metas, se estructura el sistema y se seleccionan temas, se realiza la investigación y el desarrollo, se proponen los indicadores, se hace una revisión pública, por último se hace una revisión final y los ajustes correspondientes.



Los indicadores cuentan con características específicas que tienen que cumplir deben ser representativos, objetivos, fiables, comprensibles, predictivos, comparables, limitados y accesibles. Se definen los principios en primera instancia.

El uso de indicadores permite evaluar de manera adecuada la sustentabilidad, por lo que estos deben de ser fáciles de usar o medir. Teniendo como base los principios de sustentabilidad se evalúa la situación actual del estudio de caso, con el objetivo de definir los indicadores y aplicarlos en los diferentes segmentos del proyecto.

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y el Instituto Nacional de Ecología, emitieron el documento llamado "Indicadores de Desarrollo Sustentable en México", en el cual se proporcionan indicadores que contribuyen al conocimiento de la problemática de sustentabilidad y al diseño de estrategias en esta materia en nuestro país y establece las bases metodológicas que permiten continuar el trabajo de elaboración y actualización de dichos indicadores.

Por su parte, la SAGARPA publicó un documento llamado "Lineamientos operativos del componente de conservación y uso sustentable de suelo y agua, del programa de uso sustentable de recursos naturales para la producción primaria, que establece las prácticas para el uso y manejo sustentable de los recursos del campo. Definir las obras y prácticas para la conservación del suelo y agua tradicionales, como pueden ser el surcado al contorno, las terrazas de diferentes tipos, las tinajas ciegas o incluso las presas filtrantes, los bordos para almacenamiento de agua, pequeñas presas, la rehabilitación de agostaderos mediante la resiembra de pastos o la rehabilitación de caminos de acceso o saca cosechas, entre otras, es fundamental para el logro de los objetivos de esta componente.

Los indicadores deben de adecuarse al sitio de estudio para que sean representativos del lugar.



## Capítulo 5. Herramientas metodológicas para la aplicación de la sustentabilidad.

### 5.1. Agenda 21.

La Agenda 21 es el documento con el cual se desarrolla un plan de acción, para que se apliquen los principios de sustentabilidad en cualquier actividad que se quiera. Para este estudio, se requiere analizar los capítulos involucrados que contienen la información para el área de aplicación.

El capítulo 14, titulado “Fomento de la agricultura y del desarrollo rural sustentable”, describe que se requiere adecuar las políticas agrícola, ambiental y macroeconómica tanto nacional como internacional en todos los países con el fin de aumentar la producción de manera sostenible y mejorar la soberanía alimentaria. Se requiere entonces, establecer iniciativas en materia de educación, invertir en proyectos, dar apoyo económicos a los productores, aplicar tecnologías nuevas y apropiadas. Las aplicaciones para mejorar la práctica de la siembra también se requiere que se asegure que los alimentos que se produciendo cuenten con los requerimientos de nutrición adecuados. La situación de los campesinos, requiere que se asegure su medio de subsistencia, al integrarlos dentro de los grupos de que tienen acceso a los servicios y a los insumos. Por otro lado, se requiere una ordenación de usos de suelo para asegurar una adecuada protección al ambiente y una adecuada explotación de recursos.

En algunas áreas agrícolas se necesita de mantenimiento y mejoramiento del suelo, para poder responder a la demanda pero sobre todo, para incrementar el rendimiento óptimo de las tierras agrícolas. Para que esto se logre se requiere del la labor en equipo de las comunidades, del gobierno, sector privado y la cooperación técnica y científica de los países.

Se desarrollan áreas de programa para desglosar los diferentes aspectos en los que hay que trabajar para lograr los objetivos de cambio. Se enlistan los siguientes:

a) Estudio, planificación y programación integral de la política agrícola en vista del aspecto multifuncional de la agricultura, sobre todo en lo que respecta a la seguridad alimentaria y el desarrollo sustentable. Al emitir políticas de planificación agrícola es necesario integrar las consideraciones de desarrollo sustentable, que en los proyectos que se estén desarrollando ya se apliquen estas medidas de cambio. Para lograr una seguridad alimentaria es preciso mejorar sustancialmente la producción agrícola de manera sostenible para asegurar que la población cuente con suficiente alimento, con lo que también se busca conservar su riqueza cultural.

Las políticas de comercio tanto internacional como nacional analizaran los costos de las producciones, manejo y distribución de alimentos, de tal manera que estos no sean un impedimento para el desarrollo sustentable.



El sector agrícola como base en la producción de alimentos debe de implementarse programas que integren el desarrollo ambiental y sustentable en las políticas que desenvuelvan.

La labor de los gobiernos es analizar las políticas sobre seguridad alimentaria, acceso y abasto, comercio exterior, costos, impuestos, incentivos, apoyos, para lograr una integración de la economía regional controlando oferta y demanda, tenencia de la tierra, derechos de propiedad, tendencias demográficas, movimiento de la población, determinar zonas agrícolas. En la producción mejorar los sistemas de recolección, almacenamiento, elaboración, distribución y comercialización del producto a nivel local, regional y nacional. Promover el desarrollo de proyectos sustentables con lo que respecta a los recursos naturales, ordenación de pastizales, bosques y áreas de fauna y flora silvestre.

Publicar leyes y reglamentos que conduzcan hacia una agricultura y un desarrollo rural sustentable.

b) Logro de la participación popular y fomento del desarrollo de los recursos humanos para la agricultura sustentable.

La comunidad es la encargada de cuidar sus recursos, al tener conocimiento y control de ellos, también necesita capacitación y asesoramiento sobre uso de suelo, agua y bosques, comercio y mercado en donde puedan vender sus productos.

Lo importante aquí, es crear una mayor participación ciudadana integrando a todos los individuos que vivan en la región, en especial mujeres, jóvenes y grupos indígenas. Crear una población con conocimientos en desarrollo sustentable.

c) Mejoramiento de la producción agrícola y los sistemas de cultivo mediante la diversificación del empleo agrícola y no agrícola y el desarrollo de la infraestructura.

La cantidad de alimentos que se producen debe de ser suficiente para el número de personas que habitan en la población, hay que tomar en cuenta que va en aumento constantemente. Se requiere diversificar los medios de producción para disminuir los riesgos ambientales y económicos. Las comunidades al organizarse en grupos de trabajo abren la oportunidad de empleo dentro y fuera de la agricultura de manera directa, como industria familiar, aprovechamiento de flora y fauna silvestre, la acuicultura y pesquerías, transformación de productos agrícolas, agroindustria y fomento del turismo con actividades recreativas.

d) Planificación de los recursos de tierras, e información y educación para la agricultura.



Uno de los problemas fuertes a combatir es la sobreexplotación de los recursos que trae como consecuencia el agotamiento de los recursos de la tierra, existen límites dentro de la explotación de los recursos que hay que considerar antes de definir el uso y el manejo.

e) Conservación y rehabilitación de tierras.

Tratamientos para los suelos abandonados con el fin de recuperarlos.

f) Agua apta para la producción sustentable de alimentos y el desarrollo rural sostenible.

g) Conservación y utilización sustentable de los recursos fitogenéticos para la producción de alimentos y la agricultura sostenible.

h) Conservación y utilización sustentable de los recursos zoogenéticos para la agricultura sostenible.

i) Lucha integral contra las plagas agrícolas.

j) Nutrición sostenible de las plantas para aumentar la producción de alimentos.

k) Transición a la energía rural para mejorar la productividad.

l) Evaluación de los efectos sobre los animales y las plantas de la radiación ultravioleta causada por el agotamiento de la capa de ozono estratosférico.

## 5.2. Normas y Leyes.

Ley de desarrollo rural sustentable.

La Ley de Desarrollo Rural Sustentable determina los instrumentos para lograr el Desarrollo Rural Sustentable, también establece la creación del Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural sustentable (PEC) "que comprenderá las políticas orientadas a la generación y diversificación de empleo para garantizar a la población campesina su bienestar e incluir su participación al desarrollo nacional, dando prioridad a las zonas de marginación y a las poblaciones económica y socialmente débiles."

Participan las siguientes secretarías: SAGARPA, SE, SEMARNAT, SHCP, SCT, SSA, SEDESOL, SRA, SRA. Lo que lleva a formar la Comisión Intersecretarial que es coordinada por la SAGARPA y está conformada por las secretarías que tienen incidencia directa en el medio rural.



## Ley general de desarrollo forestal sustentable

Esta Ley, establece el desarrollo forestal sustentable, en congruencia con las tendencias mundiales. Permite que los estados y municipios cuenten con su propia ley forestal, de acuerdo con sus necesidades, capacidades y potenciales, elaborar y mantener actualizado su inventario forestal, ejecutar programas de prevención y combate de incendios forestales, desarrollar instrumentos económicos para el fomento forestal, entre otros.

Se busca erradicar la tala clandestina, la sobreexplotación y la depredación. Reconocer los servicios que prestan los bosques y selvas, para darle el valor que tiene y cuidarlos de manera adecuada.

Realizar el manejo regional en coordinación con las entidades federativas, mediante la delimitación de unidades de manejo forestal, promoviendo la organización de titulares de aprovechamientos forestales, para lograr una planeación ordenada de las actividades forestales, elevar la competitividad, complementar esfuerzos de prevención y combate de incendios, plagas y enfermedades forestales, integrar la cadena productiva, disuadir el cambio de uso de suelo y generar empleo permanente.

## Ley de aguas nacionales

La ley de aguas nacionales establece que el agua es un bien de dominio público federal, vital, vulnerable y finito, con valor social, económico y ambiental y que la responsabilidad de su preservación en cantidad y calidad recae tanto en el Estado como en la Sociedad.

Reconoce además que es un asunto de seguridad nacional. Señala que la gestión de los recursos hídricos debe realizarse de manera integrada y por cuenca hidrológica, y que los servicios ambientales que proporciona el agua deben cuantificarse y pagarse. Además de los usos agrícola, industrial y público del agua, reconoce el uso ambiental, es decir, reconoce que la naturaleza es un usuario más del agua.

Se plantea la creación de los Organismos de Cuenca y los Consejos de Cuenca. Los primeros son organismos de índole gubernamental descritos como unidades técnicas, administrativas y jurídicas especializadas, en las cuales se lleva a cabo la gestión integrada de los recursos hídricos. Los Organismos de Cuenca serán instancia de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría.



---

## Capitulo 6. Aplicación de los principios de la agricultura sustentable. Estudio de caso: “Jilotepec, Edo de México”.

En el municipio de Jilotepec se destinan áreas para uso agrícola, algunas parcelas solo llevan entre 15 y 20 años siendo cultivables y ya presentan problemas de rendimiento. La actividad agrícola del municipio tiene problemas sobre todo a nivel de pequeñas producciones, ya que no cuentan con el apoyo necesario para producir y comercializar sus productos. Los campesinos que poseen pequeñas zonas para cultivar, no generan ganancias para poder mantener a sus familias lo que representa un problema económico y social para la región.

Hay una sección de agricultores que además de tener sus parcelas se dedican a otras actividades o tienen negocios, por lo que tienen otras fuentes de ingresos y la agricultura para ellos es como un pasatiempo; solo que esta parte de la población utiliza semillas mejoradas aplicando fertilizantes y plaguicidas que causan impactos negativos al ambiente.

Para dirigir a esta población hacia una agricultura sustentable es necesario conocer características del municipio para establecer un panorama actual de la situación agrícola, y así mediante principios e indicadores generar un desarrollo sustentable agrícola.

## Capitulo 6. Aplicación de los principios de la agricultura sustentable. Estudio de caso: “Jilotepec, Edo de México”.

### 6.1. Información básica del sitio.

Jilotepec es un municipio que se encuentra en la zona noreste del Estado de México; cuenta con 586.53 kilómetros cuadrados. Por el lado norte limita con el estado de Hidalgo, al sur con los municipios de Chapa de Mota y Timilpan, al sudeste con Villa del Carbón, al este con Soyaniquilpan de Juárez y el estado de Hidalgo, y al oeste con Polotitlán, Aculco y Timilpan. La altura es de 1,670 metros sobre el nivel del mar. Es el cuarto municipio de mayor extensión en el Estado de México.

El municipio de Jilotepec está conformado por una ciudad base que es Jilotepec de Molina Enríquez, los pueblos Acazuchitlán, Calpulalpan, Canalejas, Canalejas, Coscomate, Dexcaní Alto, Dexcaní Bajo, Doxhichó, El Rosal, Las Huertas, San Lorenzo Nenamicoyan, San Lorenzo Octeyuco, San Martín Tuchichitlapilco, San Miguel de la Victoria, San Pablo Huantepec, Santiago Oxhoc, El Saltillo, Las Manzanas, Comunidad, y las rancherías Agua Escondida, Aldama, Buenavista, Danxho, Dedení, El Durazno de Cuauhtémoc, El Majuay, El rincón, El Xhitey, La Maqueda, Llano grande, Magueycitos, Mataxhí, San Ignacio, Tecoloapan, Xhixhtá y Ojo de Agua

Actividad económica.

Principales Sectores, Productos y Servicios

### *Agricultura*

En el municipio se destinan 6,416 hectáreas, básicamente, a la producción de maíz (figura 17), frijol y trigo, aunque también se produce alfalfa, cebada, haba, avena, hortalizas y frutas.

### *Ganadería*

Actividad importante en la vida económica de Jilotepec, la ganadería se aboca al ganado bovino (33,480 cabezas), productor de carne y leche; porcino (40,500); caprino (5,150); ovino (55,400); y caballar (16,790).

Existen granjas con 8.5 millones de aves para engorda y para producción de huevo, además de 678,400 guajolotes.

La piscicultura ha tomado gran auge, destacando el cultivo de la carpa de Israel.



Figura 17. Parcela del cultivo del maíz.



### *Industria*

El municipio cuenta con dos tipos de industria, la representada por pequeños talleres artesano familiares abocados a la producción textil, cerámica y alfarera, y la nueva industria, principalmente de transformación.

Las ramas industriales más importantes son las orientadas a la confección y maquila de ropa para caballeros, manufactura de envases de plástico, textil de suéteres y otros artículos de lana, aparatos eléctricos y agroindustria.

### *Comercio*

Es el centro comercial más importante de la región, con una gran variedad de negocios como ferretería, papelerías, comercios de productos agrícolas y centros de venta de materiales para la construcción, entre otros, los cuales se ofertan en la región.

### *Población Económicamente Activa por Sector*

Las actividades económicas del municipio por sector, de acuerdo al Censo de 1990, se distribuyen de la siguiente forma:

Sector primario (Agricultura)	42.5%
Sector secundario (Industria)	29.0%
Sector terciario (Comercio)	26.0%

#### 6.1.1. Recursos naturales.

Físicamente, el Distrito de Riego (D.R.) 044 Jilotepec, se ubica casi en su totalidad en el Estado de México y solo una pequeña parte en el vecino Estado de Hidalgo. Al interior del Estado de México, el DR, se ubica en la Región de Desarrollo Agropecuario y Forestal VIII Jilotepec, que abarca los municipios de Aculco, Chapa de Mota, Jilotepec, Polotitlán, Soyaniquilpan, Timilpan y Villa del Carbón.

El INEGI refiere que el Sector Agrícola desempeña una función básica en la estructura económica y social de la entidad; no obstante que esta actividad no ha despegado con la fuerza con la que lo han hecho otros sectores productivos más privilegiados. Asimismo refiere que son variados los obstáculos que han impedido la expansión, la tecnificación y el desarrollo de la agricultura.



Además, expone la descripción que se reproduce en los párrafos siguientes para la Región VIII Jilotepec:

El Distrito de Desarrollo Rural VIII, Jilotepec se encuentra en la porción norte del estado, con una altitud que varía de 1800 a 2700 m, con una temperatura media anual que oscila entre 12 y 18°C y un rango de precipitación total anual promedio que va de 700 a 1,000 mm. La fluctuación de estas condiciones origina la presencia de climas templado subhúmedo y semifrío con lluvias en verano. Estas particularidades determinan los cultivos a establecer, tanto aquellos que se pueden desarrollar en temporal como los de riego.

Los cultivos que se desarrollan en el Distrito se encuentran en suelos de tipo Vertisol, Andosol, Luvisol y Foezem con una capa superficial oscura, rica en materias orgánicas y nutrientes.

La actividad agrícola es de temporal, riego y riego eventual; se encuentra distribuida en las partes planas sobre los valles suaves de las montañas, donde por la acción del viento, agua y mal uso del suelo se presentan áreas seriamente erosionadas.

Los cultivos más sobresalientes son: pastizal cultivado, maíz y avena forrajeros, además de otros cultivos como: maíz grano, frijol, trigo, avena grano, cebada, alfalfa y durazno.

La disponibilidad de agua para los cultivos de riego es obtenida principalmente de las Presas El Llano, Ñadó, Huapango, Taxhimay, La Huaracha, La Concepción, Danxhó, Santa Elena, El Molino y Macua, entre otras; además de fuentes de suministro de agua como pozos y bordos. Pertenecen a la cuenca el Río Moctezuma de la Región Hidrológica núm. 26 Pánuco.

La agricultura de riego y riego eventual se distribuye principalmente en parte de los municipios de Polotitlán, Aculco, Soyaniquilpan de Juárez y Jilotepec; posee una superficie que comprende 2.5% respecto a la del estado. Los cultivos que más se propagan son los forrajeros como avena, maíz y pastos cultivados. La agricultura de temporal se realiza en todos los municipios de este DDR con una superficie que representa menos de 1% de la estatal.

La tecnología en la región es deficiente por falta de difusión de los paquetes especializados que incluyen técnicas, métodos, semillas mejoradas y equipo, además de no contar con recursos económicos suficientes, no obstante conservan su agricultura tradicional que consiste en la utilización de semillas criollas, tracción animal y un acervo cultural milenario.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano del Estado de México, los municipios que cubren al DR, el 24 % de la población económicamente activa se dedica a lo relacionado con las actividades agrícolas y ganaderas y el 72 % a lo relacionado con la industria, el comercio y servicios, lo cual indica un intenso comercio local en las cabeceras municipales y sus colonias conurbadas.



### 6.1.2. Clima del distrito de riego.

Actualmente, el DR tiene a su cargo una estación meteorológica ubicada en el único almacenamiento, una dentro del área del DR y otras tres ubicadas en la periferia del DR y que están a cargo del Sistema Meteorológico Nacional.

El DR mantiene un registro diario del comportamiento de las variables meteorológicas en la estación que tiene a su cargo, figura 2.5; de la cual se tuvieron datos del periodo de 1991–2006 para la estación ubicada en la Presa Danxho; de esto y de la consulta en el software Extracto Rápido de Información Climática (ERIC II) del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) para las otras cuatro estaciones ubicadas en el área del DR, de donde se obtuvieron registros para el periodo de 1974–1989 para la estación Chapa de Mota, de 1965–1998 para la estación Oxtoc; de 1976-1998 para la estación Jilotepec y de 1973-1988 para la estación Calpulalpan; con estas estadísticas se generó un concentrado de las variables meteorológicas más importantes para el DR.

En el análisis de la precipitación del DR se consideraron las cinco estaciones, en el que se observa que la precipitación media anual en la zona es de 780.79 mm y en la que se aprecia que el máximo de lluvias se da en el mes de julio.

El valor de la precipitación es muy semejante a lo reportado en un estudio agrológico semidetallado elaborado por la Residencia Regional de Agrología en Querétaro para la entonces Secretaria de Recursos Hidráulicos, cuando derivado de un análisis para el periodo de 1922 a 1941, reportó 787.80 mm.

Con el mismo periodo de análisis para todas las estaciones, se obtuvo un concentrado de la evaporación en el DR, el cual se muestra en el cuadro 2.20 y la tendencia a través del año en la gráfica 2.7; en ellos se observa que la evaporación promedio es de 1,453.52 mm, muy por arriba del promedio de precipitación, alcanzando sus máximos valores en los meses de marzo, abril y mayo.

En función de estas series de tiempo, se calculó la temperatura promedio anual que prevalece en la zona del DR, misma que resultó de 15.96 °C; las temperaturas mínimas se dan por debajo de los 0° C alcanzando temperaturas de -6° C en los meses de diciembre y enero, en contraste se pueden presentar máximas de 30° C en los meses de abril y mayo. Las condiciones de frío permiten establecer frutales como el ciruelo, durazno, pera, entre otros, es por ello que en los planes de riego se contempla una superficie establecida con este tipo de árboles frutales.

Las heladas son una variable determinante en la producción agrícola; sin embargo, sólo se tuvieron registros de la estación que está actualmente a cargo del DR en el almacenamiento, con los cuales, se calculó un promedio de las heladas que se presentan en el año, resultando que éstas son aproximadamente 98 al año, siendo los meses de diciembre y enero los más azotados por heladas.



Con las variables anteriores y de acuerdo a la metodología de Köppen modificada y adaptada por Enriqueta García para México para clasificar climas, se obtuvo para cada estación su clasificación climática.

Los climas en las estaciones analizadas resultan similares, variando sólo en el cociente de la precipitación anual y la temperatura media anual; de lo cual se concluye que el clima de DR es: templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano, con porcentaje de lluvia invernal menor del 5%, sin presencia de canícula y marcha anual de la temperatura tipo Ganges.

El clima en promedio resultante, ha condicionado a lo largo de los años la producción agrícola en el periodo invernal, principalmente en las riegos, que solo pueden ser de punteo o complementarios.

### 6.1.3. Tipos de suelo del distrito de riego.

Según el estudio agrológico semidetallado realizado en el DR por la Residencia Regional de Agrología en Querétaro, para la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en el año de 1974 refiere que los suelos en estudio se encuentran en la porción geomorfológica denominada eje neovolcanico que se caracteriza por una sucesión de cerros y lomeríos que han dado lugar a la formación de pequeños vallecillos de suelos profundos que dan del color gris a negro, de texturas pesadas.

En la sucesión de lomeríos de mediana altura se localizan suelos pesados de mediana profundidad que por lo general descansan en tobas, limitados por elevaciones de gran altura donde son característicos los suelos de pie de monte, delgados y arcillosos con afloramientos rocosos, fuerte pendiente y de relieve muy ondulado.

Derivado de este estudio, se determinaron 4 series de suelos las cuales se denominaron: Serie Tepetates, Coscomate, Jilotepec y Dexcani, las cuales se describen a continuación.

Serie Tepetates: Se localiza en la parte norte del área del DR, ocupando una superficie de 7,186 ha que corresponden al 50.5% del área dominada por el Distrito, se encuentran abiertos al cultivo bajo riego con algunas porciones altas destinadas a los agostaderos. Presentan una topografía ondulada donde se presentan pendientes que van del 10 al 3%, lo cual origina un drenaje superficial de excesivo a moderado, respectivamente.

Son suelos producto de la intemperización de la toba subyacente en su fase primaria que posteriormente fueron cubiertos en una segunda fase por suelos transportados de las partes altas, presentan un modo de formación combinado insitu-coluvial de formación reciente, la profundidad es variable que va desde los 10 a los 200 cm descansando en la toba, con drenaje eficiente, sin presentación de manto freático, sin problemas de salinidad y/o sodicidad.

Los horizontes característicos de esta serie, resultado de los perfiles realizados en la zona se describen de la siguiente manera: de 0 a 40 cm de profundidad



se encuentra un horizonte Ap, caracterizado por suelos franco arcillosos, de color negro cafésaceo en seco y húmedo, estructura labrada, consistencia dura en seco y firme en húmedo, permeable, buen drenaje, poroso y con abundantes raíces; de 40 a 120 cm es un horizonte A2, caracterizado por ser arcilla, de color negro en seco y húmedo, estructura columnar, consistencia dura en seco y firme en húmedo, de buena permeabilidad, eficiente drenaje, poroso, abundantes raíces; de los 120 a los 200 cm encontramos un horizonte B, caracterizado por tener arcilla, de color amarillo grisáceo en seco y únicamente amarillo en húmedo, de estructura masiva, consistencia dura en seco y friable en húmedo, buena permeabilidad, poroso, de buen drenaje, y sin presencia de raíces.

Serie Coscomate: Se localiza al sur del DR y ocupa una superficie de 4469 ha, que corresponden al 31.4% del total de la zona estudiada, se encuentran abiertos al cultivo, de topografía muy variable con pendientes que van desde el 8% al 3% lo que origina un drenaje superficial moderado.

Son suelos que se han originado por la acumulación de materias de sedimentación en lo que antiguamente correspondía a cuencas lacustres y que al provocarse un reacomodo de la corteza terrestre se plegaron para dar la geoforma actual, son de formación lacustre mostrando muy poco desarrollo en el perfil, de coloración oscura, arcillosos poco profundos que descansan en roca, sin problemas de salinidad y/o sodicidad.

Los horizontes que caracterizan esta serie son: de 0 a 10 cm presentan un horizonte Ap, que es un suelo franco, de color negro cafésaceo en seco, estructura labrada, consistencia dura en seco y friable en húmedo, buena permeabilidad, drenaje eficiente, muy poroso y abundantes raíces; de 10 a 60 cm es arcilla de color negro cafésaceo en seco, estructura en bloques, consistencia dura en seco y friable en húmedo, permeable, drenaje moderadamente lento, poroso y abundantes raíces; de 60 a 70 cm se encuentra roca.

Serie Jilotepec: Se encuentran localizados en la parte suroeste del DR, ocupan un total de 222 ha que corresponden al 1.6% del total, abiertos al cultivo bajo riego, de topografía plana con drenaje superficial deficiente.

Se originaron por la acumulación de diferentes detritus transportados por corrientes del Río Coscomate, formando pequeñas planicies de inundación, son de formación aluvial mostrando poco desarrollo en el perfil, profundos de texturas pesadas, planos y sin problemas de salinidad.

Caracterizan a esta serie los horizontes que se describen enseguida: de 0 a 30 cm se encuentra un horizonte Ap de suelos francos, de color negro cafésaceo, estructura labrada, consistencia dura en seco y friable en húmedo, permeabilidad y drenaje bueno, poroso y con abundantes raíces; de 30 a 80 cm es suelo franco, de color negro cafésaceo, estructura en bloques, consistencia dura en seco y firme en húmedo, drenaje y permeabilidad buena, poroso y pequeñas y escasas raíces; de 80 a 140 cm es arcilla de color gris cafésaceo,



estructura en bloques, consistencia en seco muy dura y muy húmeda en firme, drenaje y permeabilidad lenta, poco poroso y sin presencia de raíces; de 140 a 200 cm arcilla de color amarillo grisáceo, estructura en bloques, consistencia muy dura en seco y en húmedo muy firme, permeabilidad y drenaje lento, sin presencia de raíces.

Serie Dexcani: Localizada al sur del DR con una superficie de 2135 ha lo que equivalen al 15% del total, abiertos al cultivo bajo riego, de topografía variable con pendientes que van desde el 15 al 6%, lo que ocasiona un drenaje excesivo.

Estos suelos son producto de la intemperización de la toba subyacente, presentan un modo de formación insitu, mostrando un perfil poco desarrollado, delgados poco profundos, de coloración rojiza que descansan en toba, sin problemas de salinidad.

Presentan los horizontes que se describen: de 0 a 50 cm se encuentra arcilla, de color café rojizo, estructura en bloques, de consistencia muy dura en seco y friable en húmedo, de buena permeabilidad y drenaje, muy poroso y abundantes raíces; de 50 a 70 cm es franco arcilloso, de color café, estructura en bloques, de consistencia dura en seco y friable en húmedo, permeabilidad y drenaje bueno, muy poroso y presencia de raíces delgadas y finas; de 70 a 200 cm se presenta la toba.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal, de los municipios donde se localiza el DR, contemplan que, esta zona está conformada por cuatro diferentes unidades de suelo que son: los vertizoles, ubicados en la parte norte y central del DR, los luvisoles, que se encuentra en la parte poniente del DR, el feozem en la parte sur y los planozoles en la parte oriente del DR.

Así mismo mencionan que, el aprovechamiento actual del suelo consiste en: el uso agrícola se encuentra en la mayor parte entremezclada con pastizales naturales. El uso forestal se presenta en la parte sureste del DR, con bosques de encinos, localizándose en los cerros, Grande y el Gavilán principalmente, donde se encuentran las Peñas de Dexcani Alto; el cual es aprovechado como zona de recreación debido a la belleza escénica de sus afloramientos rocosos. Dentro del DR se cuenta con un área natural protegida conocida como el Parque de las Sequoias, localizada en las inmediaciones de la cabecera municipal de Jilotepec. Otro uso importante del suelo es el que corresponde a los cuerpos de agua (pequeños bordos de almacenamiento) los cuales son aprovechados, en su mayoría, para riego de cultivos. Existe un parque industrial, ubicado en la parte central del DR el cual contiene la industria química y la metal-mecánica principalmente. Además otro aspecto importante de mencionar es el uso urbano que se presenta principalmente en las dos cabeceras municipales y sus colonias aledañas, afectando con esto a lo que en un origen era zona de riego.

Por otro lado, en 1995, la CNA desarrolló un estudio para la determinación de propiedades físicas y químicas de los suelos del DR, para lo que definió 37 sitios de muestreo a diferentes profundidades, de donde se obtuvo que predomina la textura Arcillosa en los primeros 30 cm, que es la capa arable.



Los valores promedio del peso específico aparente (PEA) para las tres profundidades analizadas, así como las propiedades químicas determinadas, que son: pH, la conductividad Eléctrica (CE) y contenido de sodio (Na), potasio (K), Calcio (Ca), bicarbonatos ( $\text{CO}_3$ ), bicarbonatos ( $\text{HCO}_3$ ) y cloro (Cl); de dichos valores es evidente que estos suelos no presentan problemas por ninguno de los elementos analizados.

En conclusión, la pobre condición de los suelos agrícolas, aunado a la falta de información de ellos, refuerza la necesidad de modificar lo que hasta ahora se realiza por costumbre, que es la práctica de una agricultura extensiva incipiente que no permite subsistir de ella, por una más redituable que implicaría sin duda cambios de cultivos con la implementación de nuevos medios y procesos de producción. Para lo anterior se hace necesaria la realización de otro estudio, más detallado de los suelos, del cual se obtengan las características físicas y químicas de éstos, así como una clasificación y planos representativos de cada variable definida; ya que sin él, no se podría realizar una propuesta fundamentada para el establecimiento de nuevos cultivos.

#### 6.1.4. Flora y fauna del área de distrito.

Dentro de los límites del DR se encuentran bosques densamente poblados de encinos, pinos, oyameles, cedros y sabinos; los que se presume han ido desapareciendo debido a la intervención del humano en satisfacer sus necesidades agrícolas y maderables, destacando de este último la producción de carbón y madera. La vegetación en planicies se encuentra formada por pastizales y arbustos, alternados con maguey, nopal, capulín y tejocote que caracterizan la región, como se ilustra en las imágenes de la figura 2.8. También hay plantas consideradas medicinales como gordolobo, ruda, epazote, borraja, ajeno, cedrón, hierbabuena, hinojo, manzanilla, tianguispepetla, tlacoya, flor de manita. Entre las especies correspondientes a los cultivos se tiene maíz, avena forrajera, pastos y praderas, frijol, árboles frutales y hortalizas.

Por otra parte, la fauna silvestre en el área del DR se compone esencialmente de roedores, coyote, gato montés, zorra, venado, aves de rapiña, palomas, reptiles, arácnidos y serpientes entre otros, algunos de los cuales constituyen un problema para los cultivos, pues se convierten en plagas. Entre las especies domesticas se pueden mencionar que existen perros, gatos y de manera especial se menciona la actividad avícola (pollo de engorda), actividad que desde hace tiempo se desarrollo con gran auge, llegándose a establecer en la zona las mas importantes industrias productoras de pollo, como tal es el caso de BACHOCO y PILGRIMS PRIDE desgraciadamente esta actividad ha ido desapareciendo a través del tiempo.

Así mismo existen en las mismas condiciones de estabulamiento el ganado vacuno (lechero y de engorda), cerdos, gallinas, guajolotes, conejos y caballos.



#### 6.1.5. Fuentes de agua.

La fuente de agua para el DR, es totalmente de origen superficial; así, el Módulo aprovecha principalmente el agua que escurre por el Río La Ladera y los Arroyos Chiquito y Las Tinajas; el Río nace en la Presa La Concepción ubicada aguas arriba de la Presa Danxho a una distancia de 14.750 km en sentido suroeste, el primer arroyo nace en las inmediaciones del pueblo de Chapa de Mota a una distancia de 6.00 km aproximadamente en sentido sur y el segundo nace en la cortina de la Presa Xhimojay, pasando por la Presa Santa Elena, aportando en menor escala en relación a los dos anteriores a la Presa Danxho hasta el momento en que estas derraman, el inicio de este arroyo es a 3.50 km de distancia de la parte mas alejada del vaso de la Presa Santa Elena en sentido noroeste y recorriendo los 2.25 km del vaso de almacenamiento hasta llegar a la cortina de esta presa, estas aportaciones son almacenadas y reguladas en la Presa Danxho; así como la que escurre por sus afluentes de cada arroyo. Actualmente la Presa Xhimojay forma parte de la transferencia de una unidad de riego del mismo nombre, de igual manera la Presa Santa Elena.

La CONAGUA lleva un registro de las aportaciones a la presa. Para este caso se tomaron las de los últimos 10 años agrícolas presentados en la presa al inicio del ciclo agrícola, aunque no sea el útil ni el total escurrido.

Haciendo un análisis se observa que a lo largo de los últimos 10 años existen variaciones en el almacenamiento, sin embargo en ningún ciclo agrícola se ha presentado alguna situación crítica de bajo almacenamiento, a reserva del ciclo agrícola 1996-1997 en que el almacenamiento estuvo por debajo de los 20 Mm<sup>3</sup>, los demás ciclos se han mantenido de forma constante en sus almacenamientos entre los 25 Mm<sup>3</sup> y el nivel máximo de almacenamiento que es de 31.00 Mm<sup>3</sup>, lo que indica que en los años en que la presa esta a su máximo almacenamiento el vertedor de la presa ha entrado en funciones, derramando los volúmenes excedentes.

El DR y sus fuentes de abastecimiento, se ubican en la Región Hidrológica 26 (RH-26) de la cuenca del Río Pánuco (tal como se aprecia en la figura 2.10), la cual se ubica al centro-noreste de la República Mexicana; colinda al norte con la RH-37 y la RH-25, al este con el Golfo de México y la RH-27, al sur con la RH-18 y al oeste con la RH-12.

La RH-26 es una de las regiones más importantes del país; nace en la porción central de la república con las aportaciones del Río Tula, en el Estado de Hidalgo, Río San Juan, en el Estado de México para posteriormente tomar el nombre de Río Moctezuma, principal afluente del Río Panuco, el volumen de sus corrientes superficiales la sitúa dentro de las cinco más grandes. Es drenada por un conjunto de corrientes intermitentes pequeñas y por corrientes perennes, presentando un patrón de drenaje dendrítico subparalelo. Siendo tan extensa la cuenca, se encuentra subdividida en seis subregiones: la 26 A Bajo Pánuco, 26 B Alto Pánuco, 26 C Río San Juan, 26 D Río Tula, 26 E Río Tulancingo y 26 F Valle de México.



El DR forma parte de la cuenca hidrográfica del Río Tula (26 D), que colinda, dentro del Estado de México, por el oeste y noroeste, con la cuenca del Río San Juan, por el sur y sureste, con la cuenca cerrada del Valle de México y por el sur y suroeste con la cuenca del Río Lerma. Una pequeña parte de la cuenca del Río Tula, al suroeste de esta, en los orígenes de los Ríos San Jerónimo, Tlautla y Rosas, se ubica el norte del Estado de México. La superficie que ocupa este río dentro de este estado es de aproximadamente 2, 304 km<sup>2</sup>.

Desde el punto de vista administrativo, la Cuenca del Río Tula está integrado al Consejo de Cuenca del Valle de México. La afluente más importante de este río es el Río Tepeji que nace entre las presas Taxhimay y Requena, tramo en el que recibe los aportes de los Ríos Oro, Los Sabinos y San Jerónimo. En cuanto al Río El Salto, que es la continuación del Tajo de Nochixtongo, obra que es utilizada para dar salida a las aguas negras provenientes del sector poniente de la Ciudad de México y de las aguas del Río Hondo y Cuautitlán.

Al noroeste de la cuenca del Río San Jerónimo, afluente iniciador del Río Tula, se localiza la cuenca del Río Tlautla, el cual descarga al Río Tula aguas abajo de la Presa Requena, en el Estado de Hidalgo. Los principales afluentes del Río Tlautla son el Río Las Monjas, El Río Coscomate y al Arroyo El Fresno, siendo en la subcuenca del Río Coscomate donde se localiza el Distrito de Riego.

En esta subcuenca se localizan las Presas Xhimojay, Santa Elena y Danxho, siendo esta última la que almacena las aguas que se utilizan en el Distrito de Riego. El área drenada del Río Tlautla es de 523 km<sup>2</sup>, este río ocupa el segundo lugar en importancia en cuanto a volúmenes de aportación entre los afluentes del Río Tula. La topografía de su cuenca es accidentada en toda su parte sur y cuenca baja, y únicamente en la parte noroeste es un poco suave; la altitud media es del orden de los 2,500 msnm. El Río Tlautla tiene sus orígenes en el parteaguas con la cuenca del Alto Lerma, en el cerro de la Bufo, que forma parte de la Sierra Catedral, a una altitud de 3,350 msnm.

En sus inicios este río sigue un curso general norte con los nombres de Río de la Bufo y Coscomate. Pasa por el poblado de San Sebastián, Estado de México, a una altitud de 2,750 msnm y aguas abajo sus escurrimientos son almacenados en la Presa Danxho, que se utilizan para regar la zona de Jilotepec y Soyaniquilpan, lugar de conformación del Distrito de Riego 044, Jilotepec, México.

Ligeramente aguas arriba de la cortina de la Presa Danxho, a una altitud de 2,570 msnm, recibe, por margen izquierda, a su único aportador de importancia, el Río de Las Monjas, cambiando su nombre en la cortina de la Presa Danxho al de Río Coscomate y que continua su curso hasta 4.00 km al suroeste de Jilotepec, donde cambia de este a noreste conservando este último hasta su afluencia al colector general. Se utilizan abrevaderos para retener agua para el ganado. (figura 17)

A nivel de subcuenca hidrográfica, el DR forma parte de la subcuenca del Río Coscomate.

El drenaje superficial del DR es de tipo dendrítico subparalelo, conformado por corrientes de tipo intermitente; durante el periodo de lluvias algunas actúan como colectores y otras se convierten en vertederos. El Río Coscomate y el Arroyo Mexicaltongo, son los colectores principales del sistema de drenaje superficial del DR. Como se describió antes, el Río Coscomate nace en la cortina de Presa Danxho, por lo que las aguas almacenadas en esta presa provienen de las afluentes importantes de uno de los sistemas hidrológicos más importantes del país, que son las del Río Tula



Figura 17. Se observa un abrevadero.

El Río La Ladera tiene su origen en la Presa La Concepción ubicada aguas arriba de la Presa Danxho y que es la continuación del Río El Pescado que nace en las inmediaciones del Cerro de la Bufa, punto que es el parteaguas con la Cuenca del Lerma, recorre desde donde nace hasta este punto una distancia de 9.50 km desembocando en la Presa La Concepción, a una elevación de 2,700 msnm. De aquí cambia de nombre a Río La Ladera el cual, recorre a lo largo de su cauce una distancia de 14.750 km en sentido noreste hasta llegar a la Presa Danxho, de la cortina de la Presa La Concepción recorre 1.70 km y se intercepta con la carretera que va de Chapa de Mota al entronque con la carretera estatal No 13, de aquí 5.30 km siguiendo el cauce, vuelve a interceptar a la misma carretera a la altura del poblado denominado Tenjoy, durante este recorrido recibe las aportaciones del Arroyo San Luís, el cual nace en las inmediaciones del Cerro La Pluma; del Arroyo La Virgen que se origina en el Cerro del mismo nombre; del Arroyo Grande que se une con el Arroyo Los Pasos antes de interceptar al Arroyo La Ladera, el primero nace en el

Cerro Las Mesas y el segundo en el Cerro Chapa Viejo; del Arroyo Dos Limones que sale del Cerro Chapa Viejo; del Arroyo La Cantera que surge en el Cerro Bodetiqui; del Arroyo Cieneguillas, La Oscura y El Coyote que se unen al Arroyo La Joya, justo antes de interceptar el Río La Ladera y donde cruza la carretera estatal El Quinte a Chapa de Mota, los tres primeros nacidos en el Cerro Note y el último que nace en las orillas del poblado de Dongu donde también nace el Arroyo del mismo nombre.

El Arroyo Chiquito nace en las inmediaciones del pueblo de Chapa de Mota específicamente en el Cerro Verde, en su trayecto recorre una distancia de 9.10 km aproximadamente en sentido norte, de los cuales, los primeros 3.30 km son en sentido suroeste hasta llegar a la Cabecera Municipal y donde cruza con la carretera Jilotepec – Chapa de Mota, luego, a 1.00 km cruza la carretera Chapa de Mota - Entronque con la carretera estatal No 13, tomando su cauce en sentido norte, 2.00 km en ese sentido cruza la carretera El Quinte - Chapa de Mota a la altura del poblado La Esperanza. En su trayecto recibe las aportaciones del Arroyo Los Ocotes y Las Lunas los cuales se originan en el Cerro Verde; del Arroyo El Zacatonal y La Leona que nacen en el Cerro Las Manzanas.

El Arroyo Las Tinas nace en la cortina de la Presa Xhimojay, recorre 3.50 km aproximadamente en sentido sureste hasta llegar a la Presa Santa Elena, que cuando está a su máxima capacidad de almacenamiento empieza a derramar sobre la Presa Danxho. Desde su origen recorre 0.50 km y cruza la carretera El Quinte – Xhimojay y justo antes de desembocar en la Presa Santa Elena atraviesa la carretera estatal No 10 que va de Jilotepec a Ixtlahuaca, recibe aportaciones de pequeños caudales considerables únicamente en la época de lluvias.



Figura 18. Arroyo del fresno.



Otros aportes importantes son del Arroyo El Membrillo que se origina en el Cerro Docuay y que desemboca directamente en la Presa Santa Elena y del Arroyo El Roble que nace en el Cerro La Campana y transporta sus aguas directamente a la Presa Danxho.

Todos los escurrimientos de los arroyos mencionados anteriormente son almacenados y regulados en la Presa Danxho, dando origen en la cortina de esta presa al Río Coscomate, que empieza su recorrido natural en sentido noreste; 6.60 km aproximadamente aguas abajo se encuentra la Derivadora Coscomate, punto donde nace el Canal Principal del mismo nombre, siguiendo el cauce y a 2.80 km de este punto inicia la Derivadora 0+680 la cual no se encuentra en el inventario de la infraestructura pero que da origen al canal que recibe el nombre de esta derivadora, a partir de este punto y a 2.50 km siguiendo el cauce se localiza la Derivadora Manzanilla, justo donde nace el canal llamado del mismo nombre que esta, de este punto 10.70 km siguiendo el cauce este río cruza los dominios del DR, de aquí sigue su curso hasta internarse en el Estado de Hidalgo.

En el DR, actualmente no se utilizan aguas subterráneas para riego; sin embargo, debido a la disponibilidad del agua superficial, se vislumbran escenarios en los que se generen nuevas alternativas ya sea para eficientar el uso del recurso disponible, complementar o sustituir el existente con otras como la del agua subterránea, por lo que es necesario y conveniente conocer la situación actual de la fuente y la disponibilidad del recurso.

La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, contemplan que la CONAGUA debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales por acuífero, en el caso de las aguas subterráneas, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la “Norma Oficial Mexicana que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales” (NOM de Disponibilidad).

La publicación de la disponibilidad, servirá de sustento legal para fines de administración del recurso, para la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, para los planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, y para las estrategias para resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

El DR se localiza dentro del acuífero del Valle del Mezquital, que a su vez se encuentra en el suroeste del Estado de Hidalgo y norte del Estado de México, y colinda al norte con el Valle de Ixmiquilpan, al oriente con el Valle y la Sierra de Actopan, al poniente con la Sierra de Xhinte y al sur por el Estado de México, ocupando una superficie de unos 2,429 km<sup>2</sup>. Abarca la totalidad de los municipios de Atotonilco, Tula, Atitalaquia, Tlaxcoapan, Tlahuelipan y Tezontepec, parcialmente a los municipios de Tepeji del Río, Mixquiahuala, Tepetitlan, Progreso y Chilcuatla, y una mínima parte de los municipios de Tetepango, Chapantongo, Alfajayucan y San Salvador, en el estado de Hidalgo; y en el Estado México la totalidad de los municipios de Tequixquiac,



Apaxco y Soyaniquilpan, parcialmente Morelos, Chapa de Mota, Hueyoxtla y Jilotepec, y una mínima parte de Jilotzingo, Isidro Fabela, Jiquipilco y Villa del Carbón.

El acuífero. La geología del Valle del Mezquital es compleja, ya que las formaciones geológicas varían litológicamente y poseen características hidrogeológicas diferentes entre sí. Esto ha creado una secuencia de acuitardos y acuíferos en diferentes áreas. Así mismas, las características hidrogeológicas están gobernadas por la estructura de las rocas, las fallas geológicas, la permeabilidad y porosidad de los diferentes depósitos. Dentro de las formaciones geológicas descritas se deduce la existencia de tres unidades que forman acuíferos de utilidad. El aluvión, los derrames de lava del cuaternario y las calizas del cretácico superior.

Los derrames de lava forman los acuíferos más importantes del área y son la principal fuente de agua subterránea. Estos materiales poseen permeabilidad, de media a alta, asociada con el fracturamiento de las rocas. Su espesor es variable y en algunas áreas se encuentran interdigitados con depósitos de menor permeabilidad. En los sitios donde afloran o cerca de la superficie forman acuíferos de tipo libre, mientras que a profundidad se encuentran semiconfinados.

Otra fuente de agua subterránea es la secuencia de arenas y gravas dentro de los materiales aluviales. Esta formación aflora en una gran parte del distrito de riego con un espesor muy variable. Aun cuando las capas de arena y grava poseen buena permeabilidad intergranular, en general esta unidad se considera de baja permeabilidad, debido a los grandes espesores de arcilla. Este acuífero es de tipo libre o semiconfinado en los sitios donde está presente y probablemente se encuentre confinado a profundidad.

A mayor profundidad se localizan las calizas cretácicas. Alrededor del valle, en donde afloran, poseen alta permeabilidad probablemente como resultado de procesos de disolución. Dado que pocas perforaciones han cortado esta unidad, sus características hidráulicas no están bien definidas. Se deduce que en algunas ocasiones se manifiesta como acuífero libre y en otras como parcial o completamente confinado.

Niveles de agua subterránea. La configuración de la elevación del nivel estático muestra que el agua subterránea se mueve con una dirección preferencial de sur a norte. Los niveles someros se localizan en Atitalaquia y se profundizan hacia Tlahuelilpan, en dirección paralela al río Salado. En los alrededores del poblado de Tepatepec se infiere un parteaguas del flujo subterráneo; una parte del flujo se dirige a la zona de Jagüey Blanco, hacia el acuífero de Ixmiquilpan-Tasquillo, y otra hacia el acuífero de Actopan-Santiago de Anaya.

La configuración de la elevación del nivel estático del agua subterránea, nos indica un gradiente de flujo de agua subterránea en dirección preferente de norte a sur, desde la cota 2 120 metros sobre el nivel del mar (msnm) y hasta 1 800 msnm en la parte baja de cuenca en las inmediaciones de Chilcuautla, es



decir que se tienen 320 metros de diferencia entre la cota más alta y la cota más baja, del trazo de las curvas de igual elevación se observa que existe una descarga importante del acuífero hacia el cauce del río Tula y que el Río Salado también funciona como drén del acuífero.

En el valle del Mezquital las profundidades del nivel estático varían de 10 a 55 m. Incluso es de hacerse notar que en Mangas-Tlahuelilpan los niveles están a pocos metros o son brotantes, debido a que en esta región la recarga por irrigación es muy alta, lo que ha provocado saturación del medio, y en algunos sitios no solo la recuperación del acuífero sino manantiales que descargan excedentes del almacenamiento subterráneo.

Los datos históricos del nivel del agua subterránea en el Valle del Mezquital datan desde enero de 1969 hasta la fecha, y en ellos se puede observar que estos niveles, en términos generales, fueron manifestando recuperaciones paulatinas, y en los últimos años se han mantenido en la misma posición, por lo que se considera que el acuífero se ha llenado hasta su capacidad hidráulica y que los volúmenes infiltrados son descargados rápidamente hacia los ríos que drenan la zona.

#### 6.1.6. Censo de aprovechamientos e hidrometría.

El aprovechamiento por usos del agua subterránea en los municipios del valle del Mezquital, arroja que 53.00 Mm<sup>3</sup> se destinan al uso industrial, lo que equivale al 57.2%; 18.50 Mm<sup>3</sup> se utilizan en labores domésticas, esto es el 20.10%; 16.60 Mm<sup>3</sup> se utilizan con fines recreativos, siendo esto el 17.90%; el 4.30% de estos aprovechamientos se destinan a la agricultura, equivalente a 4.00 Mm<sup>3</sup> y solamente 0.10 Mm<sup>3</sup> se destinan a abrevaderos, el 0.10% únicamente.

Del total de los 179 aprovechamientos registrados en el área, la mayoría se concentra en los municipios de Tula (69), Atotonilco (27) y Tlaxcoapan (25); adicionalmente se han identificado 16 manantiales importantes en la zona, localizados principalmente en el municipio de Tula.

La extracción total de agua subterránea en la zona es de 92.3 Mm<sup>3</sup>/año, la cual se destina principalmente para la industria, abastecimiento de agua potable y recreación. Por otra parte, el aprovechamiento del agua subterránea para la agricultura (4 Mm<sup>3</sup>/año) representa el 2.5% del total de agua utilizada para dicha actividad, el resto (97.5%) proviene de los aportes de las aguas residuales del valle de México.

Es importante mencionar que estos aprovechamientos están considerados en el Estado de Hidalgo, por lo que en el Estado de México y que es donde se localiza la mayoría del DR no se tiene reporte alguno de este tipo de aprovechamientos

### 6.1.7. Balance de aguas subterráneas

**a.** Ecuación de Balance. La diferencia entre la suma total de las entradas  $E$  (recarga), y la de las salidas  $S$  (descarga), representa el volumen de agua perdido o ganado anualmente por el almacenamiento del subsuelo  $\Delta A$ . La ecuación general de balance, de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es como sigue:

$$E - S = \Delta A \quad (1)$$

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero, las entradas quedan representadas por la recarga total  $RT$ , las salidas por la descarga total  $DT$ , y el cambio de masa  $\Delta M$  por el cambio de almacenamiento de la unidad hidrogeológica, quedando representada como sigue:

$$RT - DT = \Delta M \quad (2)$$

En el caso del acuífero del Valle del Mezquital, éste se encuentra prácticamente en equilibrio dinámico, es decir, este ya llegó a su capacidad máxima de almacenamiento y el volumen infiltrado por lluvia y por retorno de riego, es similar al flujo base de salida; en otras palabras, el volumen que entra es igual al volumen que sale. Por lo tanto, existe la posibilidad de realizar explotaciones controladas, que llevarían a una nueva condición de equilibrio hidrodinámico, lógicamente interceptando volúmenes correspondientes a las salidas naturales.

**b.** Recarga. La recarga natural considerada como la suma de la infiltración del agua de lluvia más el flujo subterráneo proveniente de las zonas montañosas que rodean al valle. Se ha calculado en 132.5 Mm<sup>3</sup>/año. Para el agua de lluvia se consideró un área de valle de 1 500 km<sup>2</sup>, una precipitación de 450 mm y un coeficiente de infiltración de 0.1, lo que da como resultado una recarga natural de 67.5 Mm<sup>3</sup>/año. La recarga horizontal por flujo lateral es de 65 Mm<sup>3</sup>/año.

Se incluyeron como componentes de la recarga inducida a las fugas en la red de canales de riego, las fugas en las redes de agua potable y de drenaje en las ciudades, las infiltraciones por sobre riego directamente en las parcelas, ya sea por riego mediante pozos como por las aguas residuales. El monto total de la recarga inducida se ha calculado en 540.2 Mm<sup>3</sup>/año.

**c.** Descarga. Las salidas del sistema acuífero están integradas por las descargas naturales que en condiciones originales presentaba el sistema y que aún cuando hayan sido modificadas por las condiciones actuales de explotación, aún persistan; más las descargas artificiales por efecto del bombeo en los pozos y por los niveles freáticos someros. Las salidas totales del sistema se han calculado en 910.2 Mm<sup>3</sup>/año, distribuidos de la siguiente manera.

Como resultado de la intensa recarga inducida que ha recibido el acuífero en los últimos 100 años en que se ha estado regando con las aguas residuales de la ciudad de México, se han originado zonas con niveles freáticos muy someros e incluso brotantes en la zona de Mangas, donde se lleva a cabo una forma de descarga del acuífero por efecto de la evapotranspiración y que ha sido calculada en  $15 \text{ Mm}^3/\text{año}$ .

Las principales descargas naturales del acuífero consisten en aquellas por flujo base al Río Tula calculadas en  $540 \text{ Mm}^3/\text{año}$ , más la descarga hacia los manantiales localizados en la zona, y que se ha calculado en  $31 \text{ Mm}^3/\text{año}$ , de los cuales  $21.6 \text{ Mm}^3/\text{año}$  consisten en salidas por manantiales sin ningún uso.

La extracción de agua subterránea se ha calculado en  $92.6 \text{ Mm}^3/\text{año}$ , conformada por la extracción en pozos de bombeo más el volumen aprovechado en los manantiales captados para diferentes usos. Las descargas por flujo subterráneo que siempre ha tenido el Valle del Mezquital consisten en el flujo subterráneo que pasa a través de las rocas calizas y los materiales de relleno hacia los acuíferos de Actopan - Santiago de Anaya y de Ixmiquilpan - Taxquillo, y se han calculado en  $25 \text{ Mm}^3/\text{año}$ .

La aplicación de un volumen muy importante de aguas residuales al riego, ha generado amplias zonas con niveles freáticos muy someros, obligando al Distrito de Riego 03 a construir una amplia red de drenaje, que intercepta  $216 \text{ Mm}^3/\text{año}$  de éstos niveles someros y los descarga en forma de agua superficial hacia el Río Salado o hacia el Río Tula, valores incluidos en el flujo base de  $540 \text{ Mm}^3/\text{año}$ , incluidos en el flujo base.

**d.** Cambio de almacenamiento. Como se ha comentado anteriormente, el acuífero del Valle del Mezquital se encuentra en equilibrio dinámico, debido a que este ya llegó a su capacidad máxima de almacenamiento y el volumen que entra es igual al volumen que sale, con un cambio de almacenamiento prácticamente nulo.

**C.** Disponibilidad. Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento establecido en la “Norma que establece la metodología para calcular la disponibilidad de aguas nacionales” y que aplica la expresión 2.3, en la que todos los términos están dados en las mismas unidades, de volumen por ejemplo.

$$DMA = RTM - DNC - VAC$$

(2.3)

En esta expresión:

*DMA*: Disponibilidad medial anual de agua subterránea en una Unidad Hidrogeológica

*RTM*: Recarga total media anual

*DNC*: Descarga natural comprometida

VAC: Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA

- a. Recarga total media anual. La recarga total media anual, calculado como la suma de la recarga natural más la recarga inducida, arroja un valor de 672.7 Mm<sup>3</sup>/año.
- b. Descarga natural comprometida. Este concepto está integrado por los volúmenes captados para diferentes usos en los manantiales, el flujo subterráneo que constituye un aporte importante hacia otros acuíferos, y una parte importante del flujo base y del drenaje hacia el río Tula, ya que éste se encuentra comprometido con el proyecto hidroeléctrico de Zimapan. Para efectos del cálculo de la disponibilidad de agua subterránea en el Valle del Mezquital, se calculó un volumen de 500 Mm<sup>3</sup>/año.
- c. Volumen concesionado de agua subterránea e inscrito en el REPDA. El volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA, al 30 de abril de 2002, consiste en 157'384,189 m<sup>3</sup>/año.
- d. Disponibilidad de aguas subterráneas. La disponibilidad de aguas subterráneas, conforme a la metodología indicada en la "Norma que establece la metodología para calcular la disponibilidad de aguas nacionales", se obtiene de restar a la recarga total los volúmenes de la descarga natural comprometida y el volumen concesionado e inscrito en el REPDA, de esta forma la disponibilidad es de 15'315,811 m<sup>3</sup>/año.

$$15'315,811 = 672'700,000 - 500'000,000 - 157'384,189$$

La cifra indica que existe volumen disponible de 15'315,811 m<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones en el acuífero Valle del Mezquital.

#### 6.1.8. Manantiales para uso de riego

Como se ha mencionado, el DR aprovecha únicamente aguas superficiales y dentro de su área de influencia existen dos aforos naturales concesionados por la CONAGUA como unidades de riego, los cuales se describen a ensiguada:

1. Unidad de Riego Mexicaltongo, A.C. : Su fuente de abastecimiento son los manantiales que afloran en el arroyo del mismo nombre, se localizan en el Municipio de Soyaniquilpan, justamente por donde nacen estos manantiales pasa el Canal Principal Coscomate, riega parte del Ejido de Buenavista que también es parte del DR. Tiene una concesión por 524,880 m<sup>3</sup> según los datos mostrados en el Título de Concesión Número 09MEX104572/26AOG99.
2. Unidad de Riego San Pablo Huantepec: El título de Concesión Numero 09MEX105169/26AOG99 indica que se pueden aprovechar 1,200,000 m<sup>3</sup> de los manantiales que nacen en esta zona, perteneciente al municipio de Jilotepec. Sin embargo se tiene conocimiento que la concesión no es utilizada para el fin que está previsto, que es el riego, ya que se utiliza para necesidades primarias, es decir, para abastecer de



agua potable a la Comunidad de San Pablo Huantepec.

#### 6.1.9. Situaciones extremas

Dadas las condiciones climáticas y orográficas del DR, no se presentan situaciones de inundaciones; lo cual explica también que, como se verá más adelante, como parte de la infraestructura no existe una red de drenaje más que los cauces naturales.

Por el contrario, la presencia de sequías inquieta año con año a los productores de la zona. Sin embargo, de acuerdo a las estadísticas de los últimos 10 años siempre hubo volumen disponible en la presa para satisfacer estas necesidades.

Otra situación extrema que se presenta, son las heladas, pues como se vio anteriormente, se presentan en promedio 98 al año, y de ellas el 81% se presentan en los meses de noviembre a febrero, y que históricamente se tienen registros de la presencia de las llamadas heladas tardías o tempranas en los meses de mayo y septiembre, respectivamente.

Otro factor que afecta la producción agrícola son las granizadas que se presentan en esta zona y que han llegado a ser tan fuertes a tal grado que la pérdida a sido total. De la misma manera, debido a las fuertes lluvias se tiene problemas de que el arrastre de suelo ocasionado por los escurrimientos han llegado a realizar depósitos aluviales en los canales, provocando un alto grado de azolve, a tal grado de llenarlos por completo.

#### 6.1.10. BALANCE HÍDRICO

El volumen que de manera “segura” se puede ofrecer a los usuarios, permitiéndoles establecer programas productivos más o menos uniformes a través del tiempo, sin los perjudiciales altibajos que tanto dañan la economía de un Distrito de Riego, de acuerdo con la Subgerencia de Operación, de la CNA (2005), se denomina Volumen Sustentable (VS). Para la estimación del VS se han tenido que aceptar hipótesis simplificadoras que, aunque lo alejan en cierta medida de la realidad, permiten aplicar métodos de solución basados en modelos que simulan el sistema; tal es el caso del modelo generado por la CNA y denominado Funcionamiento Analítico de Vasos (FUNVASO), que se describe brevemente enseguida y se aplica para el cálculo de este parámetro hidrológico para la Presa Danxho.

#### 6.1.11. Descripción del FUNVASO

El FUNVASO simula la evolución de los volúmenes almacenados, filtraciones, evaporaciones y derrames, de un vaso de almacenamiento a partir de ciertos regímenes de escurrimientos (entradas al embalse) y extracciones.

Este modelo se basa, según el enfoque determinante, en las siguientes hipótesis:

- a) La longitud del registro histórico es tal que los escurrimientos y evaporaciones netas registradas son representativos de aquellos que ocurrirán en el futuro.
- b) La demanda anual de agua es constante en el tiempo, aunque su distribución durante el año puede no ser variable.
- c) Las filtraciones se desprecian cuando no se espera que sean muy importantes. En caso contrario, se determinan como una función de la elevación del nivel de agua almacenada o a través de relaciones teóricas.

La información necesaria que se requiere para correr el FUNVASO es la siguiente:

- a) Tabla de elevaciones - áreas – capacidades del vaso.
- b) Volúmenes históricos de ingresos a la presa, mensuales. Cuando se cuente con una estación hidrométrica en el sitio de la presa, se utilizan los datos que en ella se registren y cuando no sea así será necesario inferirlos por anti-funcionamiento del vaso. Entre mayor sea el período con datos de escurrimiento, mejor se cumplirá con la primera de las hipótesis.
- c) Lámina de evaporación mensual neta, para un período igual al del registro histórico de ingresos a la presa, en el sitio del almacenamiento.
- d) Distribución mensual – en porcentaje – de la demanda anual para todos los usos.
- e) Capacidades muerta y de conservación de la presa; ésta última puede ser variable en cada mes del año.

El modelo resuelve, para cada lapso (normalmente mensual) del registro de escurrimientos, la ecuación de conservación de la materia, en unidades de volumen:

$$E - S = \frac{dA}{dt}$$

Donde:  $E$ , son las entradas a la presa,  
 $S$ , las salidas de la presa, y  
 $dA/dt$ , es la variación del almacenamiento, en el lapso de tiempo analizado.

La metodología que utiliza el FUNVASO considera constante la demanda anual; determinándola por medio de iteraciones sucesivas hasta encontrar aquella que cumpla con las restricciones de la Norma Hidrológica de Déficit, que fue emitida por la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1975, fue publicada en el documento: “Directrices generales para la preparación de estudios y proyectos con fines de riego”, y que se resume a continuación:

- a) La deficiencia máxima en un año no será mayor del 60% del volumen demandado.
- b) En dos años consecutivos, la deficiencia acumulada no superará el 90% del volumen de demanda, con un máximo anual del 55%.
- c) En tres años consecutivos, la deficiencia total no superará el 110% del volumen demandado anualmente, restringiendo la deficiencia anual máxima al 50% del volumen respectivo.
- d) No se aceptan deficiencias por más de tres años consecutivos y, en promedio, uno de cuatro años.
- e) La suma de los porcentajes de deficiencias para el período de estudio no excederá del 5% en promedio anual.

No obstante, estos valores fijados por la norma, pueden ser modificados al correr el modelo.

Al terminar la simulación, el modelo hace un balance de los volúmenes derramados, el déficit, los volúmenes evaporados, las demandas satisfechas, los períodos de deficiencias y la frecuencia de éstas.

#### 6.1.12. Volumen Sustentable para el Módulo

Como se ha mencionado con anterioridad la única fuente de abastecimiento del DR es la Presa Danxho, de la cual históricamente la CONAGUA ha tenido estadísticas que permiten calcular el volumen sustentable.

El volumen sustentable, el cual es directamente proporcional a su capacidad, pues a mayor capacidad, mayor dificultad se tendrá de contar con todo su volumen. La Gerencia de Distritos y Unidades de Riego (GDUR) de la CONAGUA, calculó el volumen sustentable aplicando el modelo FUNVASO para la Presa Danxho,. En dicho cuadro se aprecia que el volumen que se puede garantizar a los usuarios del Módulo es de 18.35 Mm<sup>3</sup>; volumen que resulta mayor al que se tiene concesionado que es de 12.1566 Mm<sup>3</sup>, esto es el equivalente al 66.24%, pero por otro lado el Organismo de Cuenca Golfo Norte en los últimos años ha autorizado para los ciclos agrícolas hasta 22.00 Mm<sup>3</sup>, cifra que resulta muy por encima del volumen concesionado y el volumen sustentable, con lo que se garantiza que no hay déficit de agua en el DR.

La superficie sustentable (SS) no es más que, la superficie que se alcanza a dominar con el volumen sustentable, garantizándose para los cultivos ahí establecidos sus riegos óptimos, al grado de poder asegurar una producción rentable.

Para este DR, las exigencias de agua de los cultivos establecidos y la superficie por beneficiar, resulta que la disponibilidad de agua que tienen la obra de almacenamiento y la infraestructura de distribución actual, es suficiente para cubrir las necesidades mencionadas, de ahí que en los últimos ciclos agrícolas no se ha extraído el total del volumen autorizado por el Organismo de Cuenca Golfo Norte, esto debido a que las necesidades hídricas de los cultivos establecidos se cubren en gran parte con los temporales que se presentan.

Conocer la extensión de la superficie sustentable es el primer paso. Las láminas brutas que actualmente se están dando a los cultivos establecidos, y que se emplean para el cálculo de la SS, además de particularidades específicas de este DR que se mencionan en seguida.

Dadas las prioridades del uso que le dan los usuarios al agua, se tiene fijo un volumen que se destina al abrevadero del ganado, el cual ha sido de  $0.33 \text{ Mm}^3$ ; bajo esta lógica, si se sostiene una producción ganadera, se debe sostener también una producción de forrajes, para tal fin, actualmente se tiene fijo un tope en la programación de los riegos para la superficie destinada a praderas, que consumiría un volumen de  $2.58 \text{ Mm}^3$ , para el cultivo de avena se tienen destinados  $2.94 \text{ Mm}^3$  y  $0.90 \text{ Mm}^3$  a la producción de árboles frutales; estos volúmenes deben, por lo tanto, descontarse del volumen sustentable, teniendo que sólo se dispondría de un volumen de  $11.60 \text{ Mm}^3$  en el Módulo para el riego de los cultivos establecidos en la SS.

Pensando en el maíz como el cultivo a establecer en la SS y en el que se aprecia que la lámina bruta actual promedio es de 30 cm por riego por hectárea, resulta que la superficie sustentable para el Módulo sería de 3,866.66 ha.

No obstante, la clara determinación de la SS, debido a la problemática del DR y con la intención de buscar opciones reales de desarrollo para el DR y sus usuarios, se plantea la reconversión productiva del mismo, implementando proyectos de producción intensiva y que ahorren el agua, tales como la producción de forraje en charolas y en invernaderos, disminuyendo notablemente las superficies destinadas a las praderas, así como la producción de hortalizas y flores en invernadero y la redefiniendo de las necesidades de agua para abrevadero, mediante la realización de un censo ganadero; además se buscará tecnificar el riego en el resto de la superficie registrada.

### 6.1.13. Conflictos de demanda por el recurso hídrico

No obstante, que actualmente el DR, como se menciono antes, no sufre de déficit de agua, por el contrario, en los últimos años no se ha extraído el total de volumen autorizado por el Organismo de Cuenca Golfo Norte, da la pauta de que se puede regar en su totalidad la superficie registrada en el Padrón de Usuarios. Sin embargo, parte de esta superficie ha sido afectada por el constante cambio de uso de suelo, el crecimiento urbano y la instalación de industrias que han permitido que estas tierras que en un origen contaban con derecho a riego, ya no se utilice. De ahí que se pueda abastecer a la gran cantidad de usuarios precarios (eventuales) que solicitan el servicio.

Derivado de lo anterior y como resultado del proyecto que comprende la actualización del padrón de usuarios y el parcelamiento del módulo, como parte del plan director, se determinaran las superficies que ya no se riegan debido al cambio de uso de suelo. Estas superficies quedaran a disponibilidad del DR y de la ACU, tal y como lo marca la fracción VI del artículo 38 del Reglamento del DR, para que se incorporen a las zonas dominadas por la infraestructura y que



no tengan derecho a riego, o en su defecto, iniciar la desincorporación en el Padrón de Usuarios del DR.

Así mismo, debido al constante crecimiento urbano y a la construcción de nuevas vías de comunicación (Autopista Arco Norte), se tiene proyectada la instauración de Unidades Habitacionales e Industriales, como se estipula en el Plan de Desarrollo Urbano del Estado de México, en el que se pretende realizar inversiones a la Ciudad de Jilotepec que para este Plan, esta considera como "Ciudad Bicentenario", por lo se contempla este tipo de construcciones y que se cimentaran en su totalidad en el área de influencia del DR. Aunado a esto si se considera que los acuíferos en la zona se encuentran muy profundos, el abasto de agua para uso domestico e industrial pudiera ser, en su momento, abastecido por la Presa Danxho.

Por otro lado, aunque se sabe que existe disponibilidad de agua para abastecer de riego a los usuarios, se tiene problemas de robo de agua, es decir, hay usuarios que cuando la red de conducción y/o distribución llevan servicio de agua, toman el agua sin autorización de la ACU, para lo cual lo hacen directamente de las tomas granja o utilizando equipos eléctricos o de combustión interna para bombear el agua de los canales a sus parcelas, una muestra de esta problemática. Estos actos se reflejan considerablemente en la recaudación de la ACU, ya que no hay entradas de capital por el servicio de riego.

## 6.2. Diagnostico de la actividad agrícola del sitio de estudio.

El patrón de cultivos actual, según lo observado en los últimos 10 años agrícolas, está integrado por maíz para grano y avena forrajera, para el ciclo primavera-verano; avena forrajera y en ocasiones trigo para grano en los ciclos otoño-invierno; pradera y árboles frutales para perennes; los cuales se relacionan con algunas de sus principales características.

No obstante lo anterior, se han sembrado otros cultivos que por la superficie que ocupan son poco importantes; tal es el caso de la avena para grano, que se sembró solo en el ciclo agrícola 1998-1999 durante primavera-verano y en los años agrícolas 1997-1998 y 1998-1999 para otoño-invierno, variando entre 23.30 y 98.00 ha; el trigo para grano se sembró en los ciclos agrícolas 1998-1999 y 2001-2002, variando entre 18.00 y 25.00 ha durante el ciclo primavera-verano. Para el caso del trigo en grano sembrado en otoño-invierno, se dejo de programar y sembrar en el año agrícola 2001-2002

En el DR, en los últimos ciclos agrícolas las superficies programadas para siembra son similares, pues por regla general, que después de cubrir el volumen asignado para abrevadero, se programa las praderas, las avenas forrajeras y los frutales, y el volumen sobrante, se utiliza para regar el maíz; para lo cual existen superficies tope a programar en los primeros casos, las cuales se aprecian también en el cuadro 2.66. Por tal razón, el maíz es el cultivo con mayor preferencia; quedando destinado el 90% de la superficie registrada a este cultivo, con lo que se puede nombrar a este cultivo como



predominante; no obstante que, como se ha visto, no se ha sembrado toda la superficie que se programa para este cultivo, aunque existe la disponibilidad de agua para cubrir toda esta superficie. Adicionalmente, es preciso agregar que no se establecen segundos cultivos y que para este Distrito de Riego es factible establecerlos, ya que en los últimos años, no se ha utilizado el total del volumen autorizado para los cultivos programados.

Así mismo, se tiene en conocimiento del establecimiento de otros cultivos como frijol, haba, nopal, alfalfa y trébol; que se siembran a muy baja escala, pero se sabe de algunos que tienen altos rendimientos, los cuales se riegan de manera clandestina, con agua destinada, en el papel, a algún cultivo establecido, pues no tienen permiso para ser regados

Por otro lado, se conoce el número de riegos necesarios en la región para que cada cultivo establecido garantice una buena producción; así como las láminas brutas para cada riego.

El DR no lleva un registro ni control de los eventos que ocurren en las parcelas de los usuarios; como serían planos de cultivos establecidos por ciclo agrícola, registro de rendimientos, avances gráficos de los planes de riego, y en general, de ninguna actividad del proceso de producción. A continuación se describe de manera general el proceso de producción de los cultivos establecidos; lo que se obtuvo de manera directa mediante entrevistas con productores.

Históricamente, es el cultivo predominante en la región; el periodo de su siembra varía del mes de marzo al 15 de mayo; el ciclo vegetativo va desde los 160 hasta los 200 días; se estima que aproximadamente el 70% de productores utilizan semillas criollas que son seleccionadas por ellos mismos de la cosecha anterior, y el resto de productores, compran semillas híbridas, las cuales se consiguen en casas comerciales locales y, el 50% puede ser subsidiado por la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México (SEDAGRO). Las labores de presembrado inician con un barbecho y un rastreo, que en un 60% se realiza con maquinaria y el resto con tracción animal (yunta de bueyes o caballos); continúan las labores con el primer riego, el cual es aplicado en general por gravedad y una vez que el nivel de humedad es el adecuado, se hace la siembra, empleando maquinaria o yunta para hacer los surcos aplicando, en cualquier caso, una dosis de siembra de 25 kg/ha; paralelo a la siembra se realiza la primera fertilización, aplicando 150 kg/ha de 18-46-00 (Trifosfato de Amonio) o 200 kg/ha de 17-17-17 (Triple 17), que también puede ser subsidiado en un 50% por la SEDAGRO; esta fertilización puede no hacerse cuando al final de la cosecha anterior, el suelo se fertilizó con abono orgánico producto de las heces de los animales.

Posterior a la siembra, aproximadamente a los 45 días del nacimiento, se realiza la única escarda, que puede ser mecánica o con tracción animal; en la cual se aplica manualmente una segunda fertilización empleando 200 kg/ha de la fórmula 46-00-00 (Urea). Posterior a esta actividad y dependiendo de la necesidad del cultivo de requerir otro riego y de la disponibilidad de agua en los almacenamientos, se da un riego de auxilio; de aquí al final del ciclo vegetativo el cultivo depende completamente del temporal.



Para una hectárea de maíz se utiliza una lámina de riego bruta de 30 cm y neta de 21.6 cm en el primer riego y cuando se da el segundo riego es con láminas bruta y neta de 20 cm y 13.5 cm, respectivamente.

Las plagas que se llegan a presentar son el chapulín, gusano soldado y la gallina ciega y su control, se realiza con plaguicidas selectivos. En relación a la cosecha, se tiene un rendimiento que va de las 2 a las 4 toneladas por hectárea; ésta se realiza manualmente y el destino de la producción es básicamente para el autoconsumo y para el ganado.

Se detecta como problemas principales en este proceso de producción, que se utilice semilla criolla y que su selección no se realiza en campo; no se da una de las dos escardas recomendadas para el cultivo; el subsidio del gobierno estatal es limitado, por lo que no todos los usuarios alcanzan subsidio y la aplicación del riego en terrenos sin barbechar, lo que implica un mayor consumo de agua.

Este cultivo se establece durante los dos ciclos, otoño – invierno y primavera - verano; su ciclo vegetativo va desde los 90 hasta los 100 días y su fecha de siembra varía entre los meses de octubre, noviembre y diciembre, para el primer ciclo; y en los meses de marzo y abril para el segundo ciclo; las labores de preparación del terreno, previas a la siembra, implican un barbecho y un rastreo, que se realizan en un 70% con maquinaria y el resto usando tracción animal, continuando con un riego de presiembra o remojo al cual le sigue la siembra, la cual, si se considera que el suelo tiene humedad suficiente, se hace y posterior al emerger se riega; se utilizan semillas criollas y muy pocos híbridos, como la variedad Chihuahua; la siembra se realiza al boleó con una dosis de alrededor de 150 kg/ha, con maquinaria o con tracción animal, en el mismo porcentaje que las labores culturales; la fuente de la semilla cuando se trata de criollos se utiliza la de la cosecha anterior y cuando se siembra algún híbrido se adquiere de casas comerciales o con el apoyo de la SEDAGRO, que subsidia el 50% de su costo.

Paralelo a la siembra, se realiza una fertilización, aplicando 300 kg/ha de Trifosfato de Amonio; una segunda aplicación se hace cuando la planta tiene alrededor de 15 días de nacida, con una dosis de 300 kg/ha de Urea; la fuente de abastecimiento del fertilizante es a través de casas comerciales y puede contarse con subsidio del 50% de la SEDAGRO.

Posterior a la fertilización, se aplican dos riegos con un intervalo de un mes entre uno y otro. El sistema de riego es por gravedad y el método de aplicación es por melgas. Para el primer riego la lámina bruta es de 27 cm y la lámina neta es de 17 cm y el segundo riego se hace con láminas bruta y neta de 20 y 13.5 cm, respectivamente.

No se realiza un control de malezas, puesto que la finalidad de la cosecha es como forraje para el ganado, haciendo el corte junto con las malas hierbas y para ese mismo fin.



La cosecha se realiza haciendo el corte cuando la planta está en espiga; se tiene un rendimiento que va de las 150 a las 200 pacas por hectárea; el corte se realiza manualmente o utilizando segadoras mecánicas y el empacamiento se hace mecánicamente. El destino de la producción es como forraje para el ganado lechero, en su mayoría. En la figura 2.56 se ilustran partes del proceso de producción de la avena forrajera.

Este cultivo es perenne y para establecerse se siembra durante el ciclo primavera verano, entre los meses de febrero y marzo, para lo cual se utilizan semillas mejoradas; ésta se hace mecánicamente y al boleado, con una dosis de alrededor de 50 kg/ha; una vez establecida y como se trata de un cultivo perenne, los cortes se van realizando gradualmente, haciendo un total de 7 cortes anuales. Una vez establecida tiene una vida de producción aceptable de 5 años. La semilla se adquiere en casas comerciales y también existe apoyo de la SEDAGRO, del Estado de México.

La primera fertilización se realiza en la siembra, aplicando 200 kg/ha de Trifosfato de Amonio y otra después de cada corte y paralelo a los riegos, en donde se aplica la misma dosis, pero Urea. Para el fertilizante, como para los otros cultivos, se puede conseguir con un subsidio del 50% por parte de la SEDAGRO del Estado de México.

En lo que se refiere al riego, el primero se realiza en la presiembra o inmediatamente al emerger si es que se sembró en suelo húmedo, dándole otros 6 o 7 riegos en intervalos de un mes uno del otro durante el año, en cada año del ciclo vegetativo; el sistema de riego es por gravedad y el método de aplicación es por melgas. Para estos riegos y para una hectárea de pradera se programa una lámina bruta de 20 cm y se aplica una lámina neta de 13.5 cm.

Puesto que la finalidad del cultivo es como forraje para el ganado, no se realiza un control de malezas y se hace el corte junto con las malas hierbas y para ese mismo fin.

La cosecha se realiza haciendo el corte cuando la planta está en su etapa fenológica de floración; se tiene un rendimiento que va de las 150 a las 200 pacas por hectárea; el corte se realiza manualmente o utilizando segadoras mecánicas y el empacamiento se realiza con tractor y el implemento adecuado para ese fin. El destino de la producción es forrajero y para el ganado lechero en su mayoría.

El DR reporta en la mayoría de los casos que la superficie sembrada es igual a la cosechada, lo cual es irreal, pues es común que los usuarios no recojan sus cosechas cuando éstas han sido mermadas por algún siniestro como granizadas, heladas o fuertes vientos; esto refleja y refuerza lo comentado antes, sobre el hecho de que el DR no lleva un control más allá de la entrega de agua en bloque. Es de importancia mencionar que para los cultivos que se establecen en primavera-verano, y que el trigo y la avena para grano solo se programaron en pocos ciclos agrícolas.



Para los cultivos que se programan en otoño-invierno, actualmente solo la avena forrajera se considera para este ciclo, no obstante, en años anteriores se programaron superficies importantes de trigo para grano, dejando de hacerlo a partir del ciclo agrícola 2002-2003. Así mismo, hubo años en que se programo avena para grano que de igual manera que el anterior se ha dejado de programar en los más recientes ciclos agrícolas.

En el caso de los perennes las superficies programadas has sido constantes. Así, en la pradera se ha mantenido la cantidad de hectáreas programadas para este cultivo, siendo de 150 ha, en el caso de los árboles frutales las superficies han variado, con una tendencia a la baja en los últimos años agrícolas.

Partiendo de que se tienen superficies tope en la programación de cultivos y de acuerdo a los datos de los cuadros y gráficas citados antes, en el ciclo primavera-verano, se ha programado en los últimos 5 años la avena forrajera, de los cuales solamente en 1 año agrícola casi se llevo a la superficie tope de programación que es de 200 ha, en el ciclo otoño-invierno la avena forrajera se ha programado en 8 de los últimos 10 años sin llegar a la superficie tope que es de 150 ha, a excepción de 2 años en los que se rebaso esta cifra.

En el ciclo primavera-verano, el cultivo de maíz, que es el más importante en cuanto superficie, se ha establecido en los 10 últimos años. Sin embargo en ningún caso se llegó, o más aun, se aproximó a la superficie tope programada para este cultivo que es de 4,950 ha, siendo el más cercano, el ciclo agrícola 1996-1997 con 3,600 ha y el más alejado en 1997-1998 con 2,019.95 ha.

La pradera y los árboles frutales se han programado durante los últimos 10 años. Para el caso de la pradera en todos los casos se ha llegado al tope máximo de programación que es de 150 ha, inclusive en dos de estos años se rebaso este límite; por otro lado, en el caso de los árboles frutales la superficie programada ha variado en relación al tope máximo de programación que es de 50 ha, en un ciclo agrícola se alcanzo esta cifra y en otro se rebaso, en los restantes ocho ciclos no se ha llegado a este límite.

En general se observa que en el Modulo no se ha dejado de programar el maíz, aunque no se llegue al tope máximo de programación, así mismo se venían estableciendo cultivos de otoño-invierno como el trigo para grano y que ahora ya no se realiza. Quizá, debido a esto se debe que en los últimos años no se extrae el total del volumen disponible en la Presa Danxho, para este Distrito de Riego.

Así mismo, el DR reporta los datos de los precios medios rurales y costos de producción, de los cultivos establecidos, que se reportan en los cuadros anteriores, en donde se aprecia una tendencia a la alza de los valores en relación con el tiempo.



Por otro lado, la tendencia general de los valores totales del valor de la producción (*VAP*), del costo total de la producción (*CTP*) y de la utilidad neta (*UNE*) para los cultivos establecidos, obtenidos a su vez de la suma de los promedios.

Sobre los datos obtenidos en este cuadro, es necesario tener en cuenta que:

- a) En algunos casos no hay información de todos los ciclos agrícolas analizados, al no programarse superficie a sembrar,
- b) Que los montos no están referidos a ningún valor actual, por lo que estrictamente no son comparables ni “promediables”;
- c) Tanto el valor de la producción como los costos son diferentes entre los cultivos;
- d) Las superficies destinadas a cada cultivo son también muy dispares.

Con los datos reportados por el DR, se podría concluir que todos los cultivos establecidos actualmente en el Modulo son redituables; siendo el maíz el que generaría mayor utilidad y los árboles frutales los de menor. Sin embargo, la situación económica de la mayoría de los usuarios refleja otra realidad, aunado al hecho de que ninguna familia del DR, tiene como principal actividad económica a la agricultura, sino que ésta es meramente complementaria a la prestación de servicios, la ganadería y al comercio. Lo anterior se conoce, cuando se analizan los resultados obtenidos de entrevistas a productores, que se realizaron con la finalidad de conocer de manera directa, el proceso y los costos de producción de los cultivos establecidos; en el que se aprecia que el costo de producción de los cultivos es mayor a lo reportado en las estadísticas agrícolas del DR.

De manera indirecta, los productos derivados de la producción son utilizados para satisfacer otras necesidades, como el caso del maíz, que se utiliza principalmente para hacer tortillas que se consumen en el seno familiar y para alimentar al ganado con el que se pudiera contar (vacas, bueyes, burros, caballos, borregos, etc), así como aves de corral, conejos y porcinos; en caso de existir excedentes en la producción, éstos, pueden ser almacenados o vendidos a compradores locales, que requieren solventar las necesidades propias o de su ganado; así también, los residuos de la cosecha son usados como forraje para el mismo ganado. Para el caso de la avena forrajera y la pradera, el destino del forraje es para alimentar al ganado que se pudiera tener, para el cual, en la mayoría de los casos, se hacen cortes diarios, lo que no permite acumular excedentes y cuando los hay, se empaican para almacenarlo y tener posibilidad de vender. El hecho de mantener ganado, satisface otras necesidades, como consumir o vender productos derivados del mismo, como leche y carne principalmente, o bien procesarlos para la venta o, en todo caso, los animales se venden en pie para generar recursos económicos.



Por lo anterior, el valor que el productor le da a la producción no es únicamente la económica, sino el hecho de satisfacer sus necesidades y las de su familia, que le permiten vivir de una forma que heredó de sus antecesores, a la cual están fuertemente arraigados y acostumbrados; siendo este el principal obstáculo a vencer, al pretender modificar el proceso de producción y su destino.

Lo anterior también ayuda a explicar, el hecho de que los productores tengan como actividad secundaria a la agricultura, pues como se vio, sólo satisface las necesidades básicas, obligándose a buscar otras fuentes de ingreso y en muchos casos, sobre todo las nuevas generaciones, a abandonar por completo esta actividad.

Cabe señalar que la mayoría de productores tienen el apoyo del Programa de Apoyo Directo al Campo (PROCAMPO), con un apoyo de \$ 1,040.00 por hectárea para el ciclo primavera-verano 2007. Cuando se trata de semillas híbridas y fertilizantes que se adquieren en casas comerciales existe un subsidio por parte de la SEDAGRO del Estado de México, que consiste en un 50% del costo total. Por otro lado, la Secretaría de Agricultura Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), otorga un apoyo que consiste en subsidiar en un 30% el costo de diesel para la maquinaria agrícola. Es importante señalar que la mayoría de los productores no tiene acceso a créditos bancarios, seguros agrícolas y asistencia técnica.

Como se vio, en el DR sólo se programa establecer cuatro cultivos; para los cuales se tiene fijo un volumen neto por riego a entregar al usuario en puntos de control, de acuerdo a su requerimiento, el cual es de 2,160 m<sup>3</sup>/ha/riego de maíz (que los usuarios conocen como una melga o regador de agua para maíz), de 1,700 m<sup>3</sup>/ha/riego para avena forrajera (equivalente a una melga o regador de agua para este cultivo), de 1,350 m<sup>3</sup>/ha/riego de pradera y árboles frutales (equivalente a una melga o regador de agua para estos cultivos), y de 1,000 m<sup>3</sup> para abrevadero.

El DR reporta en los informes mensuales de distribución de agua, los volúmenes de agua que extrae y entrega, de acuerdo a las superficies programadas y a los volúmenes netos establecidos para los cultivos; estos volúmenes para los ciclos primavera-verano, otoño-invierno y perennes, respectivamente, para el Modulo, junto con los volúmenes brutos necesarios para abastecer lo requerido y la eficiencia total de conducción (ETC) resultante. En este cuadro, se emplean los siguientes parámetros técnicos, expresados en las unidades que en el mismo cuadro se indican:

SS: Superficie cosechada	SR: Superficie Regada
LN: Lámina neta	VN: Volumen neto de agua utilizada
LB: Lámina bruta	VB: Volumen bruto de agua utilizada
NR: Número de Riegos	EA: Eficiencia de Aplicación

Es necesario mencionar que, en el análisis de la información se incluyen aquellos cultivos que se programaron solamente en algunos años agrícolas

La Comisión Nacional del Agua organizó asociaciones para la construcción de invernaderos, la idea original es construir naves industriales pero para la agricultura protegida. La desventaja es que se requiere de una inversión de dinero superior a los \$100 000, lo que limita la cantidad de gente que puede integrarse a estos grupos.

También representa una dificultad el encontrar el terreno para la construcción de los invernaderos por que se tiene que nivelar el piso quitando vegetación. Algo que tampoco está contemplado es el manejo de residuos en la construcción y en el mantenimiento. La vida útil del hule (polietileno) es de 5 años, la mangueras de riego de 3 años y la estructura metálica de hasta 25 años.

Lo que requiere es capacitar a la gente que se hace cargo de los invernaderos por que ya se han construido mucho pero, se han abandonado al no contar con información suficiente para administrarlo.

Se recomienda que sean orgánicos y eviten el uso de agroquímicos. Los productos orgánicos tienen un precio más elevado que uno tradicional.

Se muestran fotos de un invernadero construido en Jilotepec.



Figura 18. Se observa la parte de afuera del invernadero.



Figura 19. Se colocó tubería para captar agua de lluvia.



Figura 20. El contenedor de agua a la izquierda.



Figura 21. De color amarillo se ve el cuarto para la maquina que controla los nutrientes para las plantas.



Figura 22. Entrada al invernadero.



Figura 23. Se utiliza tezontle como sustrato para el cultivo hidropónico, lo que es una ventaja porque se ahorra agua.

Unos de los problemas de la región es que carece de vegetación incluso las montañas se están quedando sin árboles.



Figura 24. Se quita la vegetación para dar paso a la agricultura.



Figura 25. Entre siembra y siembra se deja la tierra sin vegetación lo que ocasiona erosión de los suelos.



Figura 26. Para la construcción de invernaderos se requiere la nivelación de suelos.



## Capítulo 7. Principios de sustentabilidad y propuestas de indicadores para la agricultura sustentable del municipio Jilotepec, Estado de México”.

Los indicadores se determinan de acuerdo a las diferentes áreas antes mencionadas para que sea un sistema integral, estas son:

- a) El aspecto social – que incluye estrategias de vida, políticas públicas, tradiciones y cultura.
- b) La dimensión económica – impacto económico.
- c) La parte ambiental – uso de tecnologías sustentables.

Para establecer los indicadores se requiere registrar la siguiente información:

- a) Diagnóstico regional.
- b) Elaboración de los principios de sustentabilidad
- c) La definición y evaluación de indicadores de sustentabilidad regional.

De acuerdo a:

- 1) Reconocimiento de los recursos físicos y biológicos
- 2) Recorridos de campo
- 3) Análisis de las actividades productivas y condiciones socioeconómicas
- 4) Los puntos a tomar en cuenta son: composición de la familia, tenencia de la tierra, agricultura, ganadería, trabajos asalariados, bienes de la familia y vivienda, consumo y calidad de vida, teniendo como base la parcela o unidad de producción

Queda de la siguiente manera:

Económico:

- a) Producción (rendimiento). Relaciona los rendimientos del cultivo de la parcela local con los del promedio regional de temporal, y permite identificar las condiciones de producción en cada parcela.
- b) Autonomía de insumos externos. Este indicador permite observar la dependencia de la producción agrícola con respecto al exterior o la posibilidad de la autosuficiencia.

La parte económica es un tema muy complejo, pues intervienen muchos factores a considerar. La economía proviene de la palabra griega que significa “administrar un hogar”. En la sociedad (como en la familia) cada individuo toma decisiones sobre qué hacer o se decide quien hará las labores que faltan.



En las sociedades debe de mantener una gestión de los recursos por que la administración de la cantidad que se tenga dependerá su escasez o abundancia, y la sociedad no puede ofrecer la misma cantidad de cosas a los todos los individuos.

La economía plantea diez principios que contienen las diez ideas fundamentales sobre la toma de decisiones (Mankiw, 1998). A continuación se describen de manera breve.

Primer principio: los individuos se enfrentan a disyuntivas.

Se requiere de tomar decisiones, pero por lo general se decide entre una cosa u otra. Una disyuntiva que actualmente se da en el mundo es áreas verdes o industria o casas habitación, es complicada la respuesta por que se solucionan problemas de inmediato como traer inversiones al país, pero a la larga los costos ambientales son más altos. Se toman en cuenta también dos conceptos importantes la eficiencia (aprovechar al máximo los recursos) o la equidad (distribución equitativa de los recursos), lo que complica la elaboración de políticas económicas, por que se requiere establecer prioridades para equilibrar las situaciones.

Segundo principio: el coste de una cosa es aquello a lo que se renuncia para conseguirla.

Cuando se enfrentan a disyuntivas los individuos, evalúan el costo-beneficio de las decisiones, comparando cual es el más adecuado pero en algunas ocasiones se le da más peso a otro lo que atrae resoluciones equivocadas.

Si se busca construir una cementera en el lugar en donde antes se cultivaba los beneficios de construirla es traer inversión a la zona, trabajo para la gente de la región, abastecimiento de un insumo como lo es el cemento para la construcción, pero, esta la contraparte si se construye hay menos áreas verdes, se pierde un área importante para la producción de alimentos, se presentan problemas de contaminación, a demás de generar residuos que llegan a ser peligrosos. Entonces, se está renunciando a producir alimentos para obtener más dinero para invertir.

Tercer principio: las personas racionales piensan en términos marginales.

Cuando ya se define un proyecto y se va a aplicar, tal vez requiera de ciertos ajustes al plan de acción, a esto se le llama cambios marginales lo que mejora la decisiones si se contempla desde un principio la posible corrección de detalles. Una persona toma una decisión racional si y solo si el beneficio marginal es superior al coste marginal. Los beneficios se verían ampliados si se pensara en términos marginales.



Cuarto principio: los individuos responden a los incentivos.

Las decisiones se comparan con entre los costos y los beneficios, pero si se obtiene un valor adicional se decide por el coste o el beneficio. Un ejemplo, cuando sube el precio de jitomate se decide comer más tomate que jitomate, por que el costo del jitomate es mayor. Los agricultores entonces, se preparan para cosechar más jitomate al contratar más gente para que aumente las cosechas, esto es un beneficio por el valor de jitomate.

Quinto principio: el comercio puede mejorar el bienestar de todo el mundo.

La competencia entre los productores o los que prestan un servicio, trae como beneficios tienen una mayor variedad de bienes y servicios a un coste más bajo. Las familias al comprar sus alimentos, ropas o adquirir un servicio en cierta forma están compitiendo con otras familias por conseguirlos.

Sexto principio: los mercados constituyen un buen mecanismo para organizar la actividad económica.

Los empresas son las deciden a quien van a contratar y que van a producir, en las familias cada individuo decide donde va a trabajar, que van a comprar y donde van a vivir. La interacción de los hogares y las empresas determina sus decisiones que van a declinarse por los precios o lo que necesiten o deseen. La economía de mercado asigna los recursos por medio de decisiones descentralizadas de muchas empresas y hogares conforme interactúan en los mercados y servicios.

Séptimo principio: el estado a veces puede mejorar los resultados del mercado.

El estado interviene en la actividad económica para fomentar la equidad y la eficiencia, pero a veces no funciona del todo bien porque se genera un fallo de mercado, que es cuando no se distribuyen los recursos de manera eficiente, pero también no toma en cuenta la externalidad que es cuando se ejerce una persona ejerce influencia en otra.

El poder del mercado también genera problemas de equidad, al permitir que una persona o un grupo de personas in fluyan indebidamente en los precios del mercado, como lo son los monopolios o los duopolios.

Octavo principio: el nivel de vida de un país depende de su capacidad para producir bienes y servicios.

La productividad de los países determina la calidad de vida de sus habitantes, esto se logra por la cantidad de bienes y servicios producidos por cada hora de trabajo.

Noveno principio: los precios suben cuando el gobierno imprime demasiado dinero.



Cuando los precios aumentan de manera considerable, la inflación entra en acción, que es el aumento del nivel general de precios de la economía.

Décimo principio: la sociedad enfrenta a una disyuntiva a corto plazo entre la inflación y el desempleo.

Ambiente: Diversidad productiva. Este indicador permite observar la presión a la que estuviera sometido determinado recurso si se explotara solo, o bien el valor del uso diversificado de los recursos.

Social:

- Acceso a servicios. Relaciona la cantidad de servicios disponibles, en función de su oferta en la comunidad. Este indicador permite identificar las condiciones de bienestar de la familia y, en su caso, la equidad de acceso a estas prestaciones;
- Diversificación de empleo. Relaciona los empleos de la familia con el número de trabajos posibles. Este indicador identifica la posibilidad de reducir la presión sobre la economía familiar al tener ingresos externos a la comunidad, y la posibilidad de reducir la presión de uso de los recursos naturales.

De acuerdo al análisis, se denominan los siguientes principios, criterios e indicadores.

Ambiente.

Principio 1. Cuidado y conservación de los recursos.

✓ Criterio. Destinar áreas para cada uso de explotación.

❖ Indicadores.

- Designar áreas para siembra
- Diversificar los cultivos
- Designar áreas para la silvicultura
- Designar zonas de pastoreo
- Designar áreas silvestres

✓ Criterio. Se mantiene y se conserva el agua.

❖ Indicadores.

- Identificación de las fuentes de agua.
- Calidad del agua.
- Administración en la cantidad de agua.
- Métodos de riego adecuados



✓ Criterio. Mantenimiento y tratamiento de suelo.

❖ Indicadores.

- Identificación del tipo de suelo
- Restauración de zonas dañadas
- Mantener la vegetación del lugar

Principio 2. Preservar y conservar la biodiversidad.

❖ Indicadores.

- Conocimiento de las especies animales y vegetales silvestres
- Conocimiento de las especies animales y vegetales domésticas
- Aprovechamiento de las especies de la región
- Protección a especies en peligro de extinción

Principio 3. Técnicas de control de plagas no tóxicas.

❖ Indicadores

- Aplicación de insecticidas biológicos
- Siembras de policultivos
- Control físico y mecánico
- Control biorracional

Principio 4. Creación de sistemas cíclicos

❖ Indicadores

- Uso de animales y vegetales en la producción de cultivos.
- Aplicación de diferentes cultivos
- Permanencia de los nutrientes en el suelo

Principio 5. Uso de residuos

❖ Indicadores

- Elaboración de composta
- Alimento para ganado



---

Principio 6. Fortalecimiento del sistema agrario.

❖ Indicadores

- Iniciativas para la producción de cultivos
- Alternativas de cultivos
- Apoyo para la producción en tierras abandonadas

Principio 7. La actividad agrícola permite un acceso equitativo a los servicios.

- ✓ Criterio. Los habitantes del pueblo tienen oportunidades de empleo y mejoramiento de la calidad de vida.

❖ Indicadores

- Los campesinos viven en la región.
- Existe conocimiento del uso y beneficio de las plantaciones.
- Apoyo para la capacitación de los campesinos.
- Acceso a los servicios públicos.

Principio 8. Los marcos económico, legal e institucional promueven el manejo sustentable de los cultivos.

- ✓ Criterio. Existen los recursos económicos necesarios para el manejo sustentable de la tierra.

❖ Indicadores.

- Solvencia económica para cumplir con los compromisos.
- Recursos económicos para capacitación.

- ✓ Criterio. Apoyo del manejo sustentable de las plantaciones.

❖ Indicadores

- Cumplimiento de las leyes y regulaciones nacionales y locales.
- Cumplimiento de las políticas, procedimientos instructivos, y reglamentos.



## CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL.

La agricultura requiere que en la toma de decisiones se equilibren tres aspectos fundamentales: ambiente, sociedad y economía. Pero, para esto se necesita el haber recopilado la información necesaria de cada factor involucrado.

Los proyectos de planeación también se aplican en la agricultura, por que destinan las áreas para la población, para la siembra, para los bosques, para los pastizales y para el cuidado de especies silvestres, con el objetivo de mantener la cantidad de recursos necesarios para satisfacer a la población.

La información que en primera instancia se necesita es: definir el tipo de suelo (como profundidad, drenaje, fertilidad, materia orgánica), datos geográficos (como ubicación, temperatura, precipitación), topografía (nivel del suelo), y los recursos naturales con los que se dispone. Lamentablemente estos datos, no se encuentran al alcance de todos, en algunas ocasiones es difícil conseguirla o no se ha generado aún. Una vez que se tiene la información hay que saberla comprender y entender para usarla en el beneficio de la región.

El acceso a la información es básico para fomentar el la administración correcta y racional de los recursos, es el principio de la capacitación de las personas que se dedican a la agricultura.

La designación de uso de suelo evita pérdidas de capa donde se encuentran los nutrientes, además evita la erosión causada por el agua y el viento, principalmente. En algunas regiones del país esta medida ha carecido de importancia, al no contemplar los requerimientos necesarios para que un área sea cultivable además del mantenimiento que debe hacerse al suelo entre cada siembra.

Al no aplicar medidas adecuadas al suelo se pierde vegetación y una de las consecuencias de esto es el cambio de clima, que repercute negativamente sobre todo en los cultivos que son de temporal, que requieren de condiciones específicas para las cosechas. Las temporadas de lluvias han cambiado drásticamente al no haber excelentes captadores de agua, como lo son los arboles. Cuando se aplican grandes cantidades de agroquímicos se contamina el agua y si no se le da tratamiento se le da por pérdida.

Al implementar una siembra con diversidad en especies vegetales genera una ventaja, al que se aumenten las posibilidades de que la cosecha se dé.

El planteamiento es crear un pequeño ecosistema en las áreas de cultivo. Utilizando a los animales de granja en las áreas de cultivo. Ya sea, usando sus desechos como abono, como control de maleza o como fuente de energía al usarlos para arar la tierra. Otra practica, es la asociación de cultivos que ayuda a que los nutrientes permanezcan en el suelo para ser absorbidos por las plantas.



Aunque existen muchas propuestas para mantener la actividad agrícola del país, no se realizan porque no se les da seguimiento a las iniciativas que se rompen con cada cambio de gobierno. Existe información desde 1975, en la cual se describen los métodos de conservación tanto del agua como del suelo y ya no se utiliza. La ley de planeación de 1930, donde se planteaba el hacer estudios sobre lo que como estaba constituido el país desde la infraestructura hasta los recursos naturales, y aunque sonaba muy bien otros factores terminaron por afectar las buenas intenciones de la ley.

Los agricultores tienen que formar grupos o asociaciones que cumplan con el objetivo de hacer perdurar su trabajo. La organización de estos equipos, generara que se puedan hacer más cosas como: bajar los costos de los insumos, intercambio de experiencias, producción de nuevos productos, evitar la contaminación y sobre todo generar ganancias.

Por ejemplo, si en un pueblo o región agrícola, los campesinos se organizaran para producir composta y bioinsecticidas, se estarían ahorrando gastos, ya que algunos de ellos se dedicarían a producirlos y vendérselos a los demás. Así, también si uno tiene ganado puede rentarlo para utilizarlo en el proceso de preparación de suelo para la siembra. También, si requieren de otros insumos se juntan varios y lo compran al mayoreo, en la casa productora les dan precio de fabrica.

Los costos de los insumos para la agricultura son muy altos para que esta sea redituable. Las semillas mejoradas llegan a costar el doble que las locales, además de requerir capacitación para usarlas, aparte de no saber cómo funcionarán en la zona. Los fertilizantes y los plaguicidas, son también un costo adicional al sumarlo al proceso completo, que va desde la preparación de la tierra para la siembra hasta la venta del producto. Si los insumos de adquirieran de la misma comunidad agrícola los costos de inversión bajarían.

Para, comercializarlos, si lo hace uno solo con poca producción va a ser difícil hacerlo, pero si se juntan varios venden una gran cantidad que es más fácil colocarla en el mercado, aunque para esto se requiere de una homogeneidad en la forma de cultivar.

Se le puede agregar un valor extra al transformar los productos en otros, como el nopal, que se puede partir en tiras, envasarlos y venderlo para preparar ensaladas. Lo ideal sería tener compradores directos para evitar a los intermediarios. La competencia que se genera por la venta de los productos, requiere que se conozca los costos de los productos, ventas directas, lugares de distribución y posibles competidores.

Los alimentos entran en los términos de calidad, por lo que se requiere producirlo de una manera más sana, para adquirir la confianza de los consumidores pero, sobre todo alimentarlos. La calidad empezara desde la obtención de la semilla, la forma de cultivo, cosecha, almacenaje, distribución y venta. Sembrar productos libres de contaminantes es un empieza.

Una de las necesidades del ser humano es la alimentación por lo que consumir alimentos naturales, trae bienestar y salud a la vida.

Un aspecto importante es recuperar el valor cultural de los recursos, tanto para fines científicos como de recreación. En recreación el turismo sustentable es una opción. La Herbolaría es también un aspecto sustancial de la cultura mexicana.

La planeación que se base en la capacidad natural de la producción de suelos para uso silvícola, agrícola y ganadera, permitirá su aplicación en el futuro.

Las políticas agrícolas a veces se definen por los problemas económicos que se generan a la baja productividad. Lo cual trae a la larga, conflictos tanto sociales como ambientales. En el ámbito social, la desigualdad marginó a buena parte de los agricultores que al no entrar en el campo competitivo se vieron obligados en abandonar sus tierras y buscar empleo, en algunas situaciones a pedir limosna. Los costos ambientales la contaminación entre ellos no solo afecta la región local sino a la regional o al estado. Al permitir que los ecosistemas se degraden, se disminuye la cantidad de recursos que se pueden utilizar.

En el paradigma describe que la economía es la parte más importante en los esquemas sociales, por encima de la población y del medio ambiente (figura 27). Las decisiones entonces, solo toman el lado económico lo que ha generado graves problemas en la sociedad y en el ambiente.

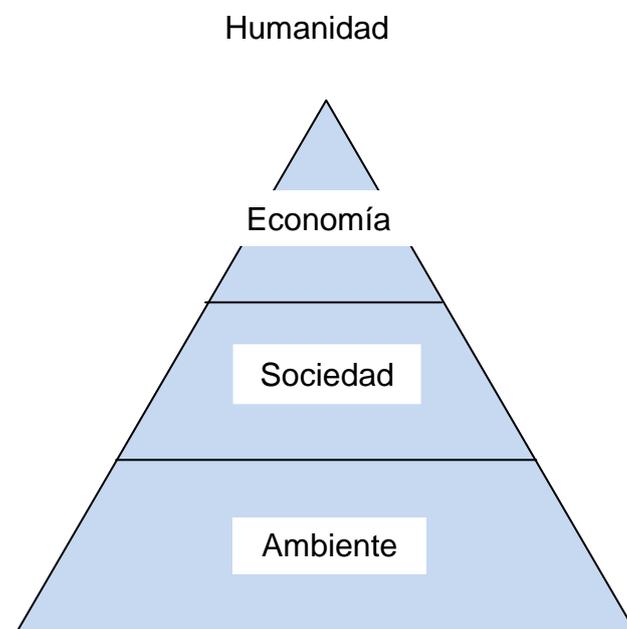


Figura 27. Esquema del paradigma basado en la economía.

La sustentabilidad ahora muestra que se debe de encontrar un equilibrio entre estas áreas para asegurar un futuro a la humanidad.

Para que las sociedades logren aplicar los principios de sustentabilidad, debe de considerarse a la humanidad más cerca de donde obtiene los recursos para vivir. Asegurarse de explotaciones racionales, administración de recursos, preservar flora y fauna, así como disminuir los efectos de la contaminación. Abasteciendo a la población de insumos suficientes, que le garanticen una calidad de vida (figura 28).

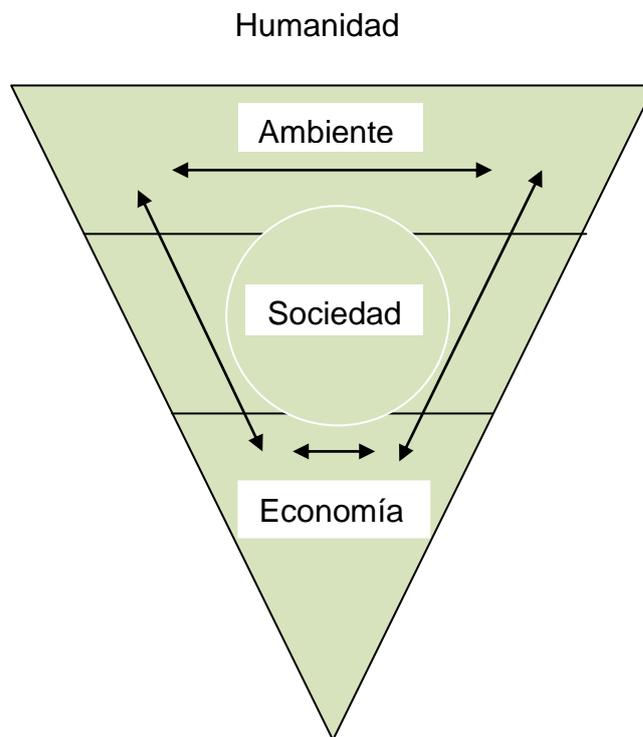


Figura 28. El nuevo paradigma integra todas las partes de manera cíclica, las tres partes se complementan y no puede haber una si no existe la otra.

“No basta con ser orgánico o ecológico, hay que ser sustentable”.



## BIBLIOGRAFIA.

1. Miller, G. Tyler. 1994. Ecología y Medio Ambiente. Editorial Iberoamérica. México.
2. Schwentesius, Rita. 2008. Recursos Naturales, Insumos y Servicios para el Agro Mexicano. CIESTAAM. México.
3. Ayala, Dante y colaboradores. 2008. La Ecocondicionalidad como instrumento de política agrícola para el desarrollo sustentable en México. Gestión y Política Pública. Junio-Diciembre. Volumen XVII. Número 2. México.
4. USDA Foreign Agricultural Service (Servicio Agrícola Extranjero), 2006. Un perfil del sector agrícola mexicano - 2003". GAIN Report Global Agricultura Information Network = Red Global de Información Agrícola.
5. Calderón, Martha y col. 2002. "Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable". Agrocencia. Septiembre-Octubre. Año 36 Número 005. Texcoco, México.
6. Osorio, Gishela. 2008. "Agricultura sustentable una alternativa de alto rendimiento". Ciencia UANL. Enero-Marzo. Año XI Número 001. Monterrey México.
7. Rivera, Claudia. 2008. "Principios, criterios e indicadores de sustentabilidad para plantaciones forestales comerciales de rápido crecimiento". Fitotecnia Mexicana. Octubre-Diciembre. Año 31 Número 004. Chapingo, México.
8. Torres, Pablo y col. 2008. Construcción local de indicadores de sustentabilidad regional. Un estudio de caso en el semidesierto del noreste de México". Región y sociedad. Septiembre. Volumen 20. Número 43. D.F., México.
9. García, Jaime. 2009. "Consideraciones básicas sobre la agricultura sostenible". Acta Académica. Mayo. Número 44. Costa Rica.
10. [http://www.agua.org.mx/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=4494](http://www.agua.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=4494)
11. Ponting, Clive. 1992. Historia Verde del mundo. Editorial Paidós. España.
12. Goleman, Daniel. 2009. Inteligencia Ecológica. Editorial Vergara. México.
13. Nebel, Bernard, et al. 1999. Ciencias Ambientales, Ecología y desarrollo sostenible. Editorial Pearson Prentice Hall. México.
14. Krebs, Charles. 1985. Ecología. Editorial Harla. México.



15. Chang, Raymond. 1992. Química. Editorial McGraw-Hill. México.
16. Castellan, Gilbert W. 1998. Fisicoquímica. Editorial Pearson. México.
17. López, Víctor. 2008. Sustentabilidad y desarrollo sustentable. Editorial Trillas. México.
18. <http://www.oikoumene.org/es/documentacion/documents.html>
19. López, Víctor. 2008. Sustentabilidad y desarrollo sustentable. Editorial Trillas. México.
20. [http://www.un.org/esa/dsd/agenda21\\_spanish/](http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/)
21. Enrique Kolmans y Darwin Vázquez. 1999. Manual de Agricultura Ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Grupo Agricultura Orgánica de la asociación cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales.
22. Aquiahuatl, María de los Ángeles, et al. 2006. Fertilización y producción orgánica. Universidad Autónoma de México.
23. Curso de producción de hortalizas en sistemas protegidos. 6-8 mayo. CONAGUA.
24. Toledo, Jorge, et al. 2008. Manejo Integro de Plagas. Editorial Trillas. México.
25. Astier, Marta, et al. 2008. Evaluación de sustentabilidad. IMAG IMPRESSIONS. España.
26. Toledo, V. 2002. Agroecología, sustentabilidad y reforma agraria: la superioridad de la pequeña producción familiar. Agroecol e Desenv Rur Sustent. Porto Alegre. Volumen 3 Número.2.
27. Mankiw, Gregory. 1998. Principios de la Microeconomía. McGraw-Hill. España.
28. Estado de Mexico. Municipio de Jilotepec. [www.jilotepec.gob.mx](http://www.jilotepec.gob.mx) (febrero del 2010)
29. COMISIÓN Nacional del Agua. Plan Director para la modernización Integral del Riego del Distrito de Riego 044Jilotepec, del Estado de México. 2007.
30. Resumen de la conferencia celebrada el día 28 de noviembre de 2000. ASERCA.C.M. México. Tecnificación de Riego. Dr. Luis Rendón Pimentel.



## **ANEXOS.**

Anexo 1. La agenda 21 consta de de 40 capítulos y está dividida en cuatro secciones, como se menciona a continuación:

Sección I. Dimensiones Sociales y Económicas.

Capítulo1. Preámbulo.

Capítulo2. Cooperación Internacional para acelerar el Desarrollo Sostenible de los Países en Desarrollo y Políticas Internas Conexas

Capítulo3. Lucha contra la Pobreza

Capítulo4. Evolución de las Modalidades de Consumo

Capítulo5. Dinámica Demográfica y Sostenibilidad.

Capítulo6. Protección y Fomento de la Salud Humana

Capítulo7. Fomento del Desarrollo Sostenible de los Asentamientos Humanos

Capítulo8. Integración del Medio Ambiente y el Desarrollo en la Adopción de Decisiones.

Sección II. Conservación y Manejo de Recursos para el Desarrollo.

Capítulo9. Protección de la Atmósfera

Capítulo10. Enfoque Integrado de la Planificación y la Ordenación de los Recursos de Tierras

Capítulo11. Lucha contra la Deforestación

Capítulo12. Ordenación de los Ecosistemas Frágiles: Lucha contra la Desertificación y la Sequía

Capítulo13. Ordenación de los Ecosistemas Frágiles: Desarrollo Sostenible de las Zonas de Montaña

Capítulo14. Fomento de la Agricultura y del Desarrollo Rural Sostenibles

Capítulo15. Conservación de la Diversidad Biológica

Capítulo16. Gestión Ecológicamente Racional de la Biotecnología

Capítulo17. Protección de los Océanos y de los Mares de todo tipo, incluidos los Mares Cerrados y Semicerrados, y de las Zonas Costeras, y Protección, Utilización Racional y Desarrollo de sus Recursos Vivos

Capítulo18. Protección de la Calidad y el Suministro de los Recursos de Agua Dulce: Aplicación de Criterios Integrados para el Aprovechamiento Ordenación y Uso de los Recursos de Agua Dulce

Capítulo19. Gestión Ecológicamente Racional de los Productos Químicos Tóxicos incluida la Prevención del Tráfico Internacional Ilícito de Productos Tóxicos y Peligrosos

Capítulo20. Gestión Ecológicamente Racional de los Desechos Peligrosos, incluida la Prevención del Tráfico Internacional Ilícito de Desechos Peligrosos

Capítulo21. Gestión Ecológicamente Racional de los Desechos Sólidos y Cuestiones Relacionadas con las Aguas Cloacales



---

## Capítulo 22. Gestión Inocua y Ecológicamente Racional de los Desechos Radiactivos

### Sección III. Fortalecimiento del Papel de los Grupos Sociales

Capítulo 23. Preámbulo

Capítulo 24. Medidas Mundiales en Favor de la Mujer para lograr un Desarrollo Sostenible y Equitativo

Capítulo 25. La Infancia y la Juventud en el Desarrollo Sostenible

Capítulo 26. Reconocimiento y Fortalecimiento del Papel de las Poblaciones Indígenas y sus Comunidades

Capítulo 27. Fortalecimiento del Papel de las Organizaciones No Gubernamentales Asociadas en la Búsqueda de un Desarrollo Sostenible

Capítulo 28. Iniciativas de las Autoridades Locales en Apoyo al Programa 21

Capítulo 29. Fortalecimiento del Papel de los Trabajadores y sus Sindicatos

Capítulo 30. Fortalecimiento del Papel del Comercio y la Industria

Capítulo 31. La Comunidad Científica y Tecnológica

Capítulo 32. Fortalecimiento del Papel de los Agricultores

### Sección IV. Medios de Ejecución

Capítulo 33. Recursos y Mecanismos de Financiamiento

Capítulo 34. Transferencia de Tecnología Ecológicamente Racional, Cooperación y Aumento de la Capacidad

Capítulo 35. La Ciencia para el Desarrollo Sostenible

Capítulo 36. Fomento de la Educación, la Capacitación y la Toma de Conciencia

Capítulo 37. Mecanismos Nacionales y Cooperación Internacional para Aumentar la Capacidad Nacional en los Países en Desarrollo

Capítulo 38. Arreglos Institucionales Internacionales

Capítulo 39. Instrumentos y Mecanismos Jurídicos Internacionales

Capítulo 40. Información para la Adopción de Decisiones



## Anexo 2.

### **Síntesis estadística municipal Jilotepec, México, 2008**

#### **1. Aspectos geográficos**

- 1.1 Características geográficas de las principales localidades  
Al 17 de octubre de 2005
- 1.2 Temperatura media anual en el Estado por estación meteorológica  
(Grados centígrados)
- 1.3 Precipitación pluvial en el Estado por estación meteorológica  
(Milímetros)

#### **2. Medio ambiente**

- 2.1 Uso del suelo y vegetación  
Periodo de observación de 2002 a 2005  
(Hectáreas)
- 2.2 Acciones seleccionadas en materia ambiental

#### **3. Población**

- 3.1 Principales características de la población
- 3.2 Estadísticas vitales
- 3.3 Indicadores de desarrollo humano y de los objetivos del milenio

#### **4. Vivienda y urbanización**

- 4.1 Principales características de la vivienda
- 4.2 Créditos e inversión ejercida en programas de vivienda
- 4.3 Urbanización

#### **5. Salud**

- 5.1 Condición de derechohabiencia de la población
- 5.2 Población derechohabiente y usuaria
- 5.3 Características de los recursos de salud en las instituciones públicas
- 5.4 Indicadores de salud
- 5.5 Consultas externas otorgadas por las instituciones públicas



5.6 Seguro popular

**6. Educación y cultura**

6.1 Características educativas y culturales de la población

6.2 Servicios educativos

6.3 Bibliotecas públicas

**7. Seguridad y orden público**

7.1 Procuración de justicia e incidencia delictiva

7.2 Estadísticas judiciales

7.3 Readaptación social

7.4 Accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas por tipo de accidente

**8. Trabajo**

8.1 Indicadores estratégicos de ocupación y empleo en el Estado

8.2 Asegurados en el IMSS y en el ISSSTE

8.3 Relaciones laborales

**9. Información económica agregada**

9.1 Principales características de las unidades económicas

9.2 Producto interno bruto estatal por sector  
(Miles de pesos a precios de 1993)

**10. Agropecuario y aprovechamiento forestal**

10.1 Producción agrícola

10.2 Producción ganadera

10.3 Producción y control forestal

**11. Industria**

11.1 Características seleccionadas de las unidades económicas en las actividades mineras

11.2 Volumen de la producción de minerales seleccionados

11.3 Características seleccionadas de las unidades económicas  
en las actividades manufactureras

11.4 Licencias de construcción expedidas por principales usos del suelo



11.5 Características seleccionadas de la industria eléctrica

## **12. Servicios**

12.1 Características seleccionadas de las unidades económicas en las actividades comerciales

12.2 Infraestructura y actividades comerciales

12.3 Infraestructura y afluencia turística

12.4 Características seleccionadas de las unidades económicas en las actividades de transportes, correos y almacenamiento

12.5 Características seleccionadas del transporte

12.6 Principales características de las comunicaciones

12.7 Servicios bancarios

12.8 Finanzas públicas

12.9 Inversión pública y Programa de Desarrollo Humano Oportunidades

**Síntesis estadística municipal**

[Ir a índice](#)



## 1. Aspectos geográficos

### Características geográficas de las principales localidades

Al 17 de octubre de 2005

Localidad	Latitud norte		Longitud oeste		Altitud (Metros sobre el nivel del mar)
	Grados	Minutos	Grados	Minutos	
Jilotepec de Molina Enríquez a/	19	57	99	31	2 452
Las Huertas	19	58	99	33	2 550
Canalejas	19	58	99	36	2 754
San Pablo Huantepec	19	58	99	29	2 428
San Juan Acazuchitlán (San Juanico)	20	08	99	35	2 450

a/ Cabecera municipal.

### Temperatura media anual en el Estado por estación meteorológica

(Grados centígrados)

Estación meteorológica	Periodo	Tempe- ratura promedio	Tempe- ratura del año más frío	Tempe- ratura del año más caluroso
Coatepequito	1979 a 2006	19.6	16.5	21.5
Mazatepec	1982 a 2006	20.5	17.6	22.5
Acolman	1981 a 2002	13.4	12.7	15.7
Nevado de Toluca	1965 a 2006	3.8	2.8	5.1

### Precipitación pluvial en el Estado por estación meteorológica

(Milímetros)

Estación meteorológica	Periodo	Precipi- tación promedio	Precipi- tación del año más seco	Precipi- tación del año más lluvioso
Coatepequito	1979 a 2006	935.8	639.3	1 245.0
Mazatepec	1982 a 2006	1 214.0	760.2	2 217.7
Acolman	1981 a 2002	539.1	442.8	820.2
Nevado de Toluca	1965 a 2006	1 212.9	874.8	1 621.2



## 2. Medio ambiente

### Uso del suelo y vegetación

Periodo de observación de 2002 a 2005

(Hectáreas)

Concepto	Estado	Municipio
Superficie total	2 235 680	58 394
Agricultura	1 035 221	36 040
Pastizal	328 429	14 481
Bosque	407 548	4 403
Selva	16 396	0
Matorral xerófilo	16 658	0
Otros tipos de vegetación	4 190	0
Vegetación secundaria a/	312 318	2 446
Áreas sin vegetación	10 211	0
Cuerpos de agua	17 632	724
Áreas urbanas	87 077	300

a/ Comprende la suma de superficies de polígonos clasificados como vegetación secundaria de bosque, selva, matorral

a/ xerófilo, pastizal natural y otros tipos de vegetación en sus distintas fases de desarrollo.

### Acciones seleccionadas en materia ambiental

Cuadro 2.2

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Árboles plantados	30 298 490	ND	312 625	ND
Superficie reforestada a/	16 510	ND	181	ND
Volumen de basura recolectada b/	ND	ND	ND	ND
Denuncias recibidas en materia ambiental	331	429	3	3
Licencias Ambientales Únicas vigentes c/	36	141	0	2

a/ Hectáreas.

b/ Miles de toneladas.

c/ Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

### 3. Población

#### Principales características de la población

Cuadro 3.1

Concepto	Estado		Municipio	
	2000	2005	2000	2005
Población total	13 096 686	14 007 495	68 336	71 624
Hombres	6 407 213	6 832 822	33 832	35 197
Mujeres	6 689 473	7 174 673	34 504	36 427
Población de 15 a 29 años a/	29.8	27.9	27.4	27.5
Hombres	29.5	27.7	26.7	27.1
Mujeres	30.1	28.1	28.1	27.9
Población de 60 y más años a/	5.7	6.7	7.8	8.0
Hombres	5.3	6.3	7.4	7.7
Mujeres	6.1	7.0	8.2	8.3
Edad mediana b/	23	24	20	22
Hombres	22	24	20	22
Mujeres	23	25	21	23
Promedio de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 y más años	2.4	2.3	3.1	2.8
Población en hogares por tipo de hogar	12 473 097	13 371 843	64 793	69 947
En hogares familiares	12 332 175	13 163 529	63 906	68 883
En hogares no familiares	136 192	189 119	850	1 013
No especificado	4 730	19 195	37	51
Hogares por sexo del jefe(a) del hogar	2 848 992	3 221 617	14 045	15 870
Con jefe hombre	2 319 180	2 545 534	11 583	13 049
Con jefe mujer	529 812	676 083	2 462	2 821
Tamaño promedio de los hogares c/	4.4	4.2	4.6	4.4
Con jefe hombre	4.5	4.3	4.8	4.6
Con jefe mujer	3.8	3.6	3.8	3.6
Relación hombres-mujeres d/	95.8	95.2	98.0	96.6
Grado de intensidad migratoria hacia Estados Unidos e/	3	ND	2	ND

Nota: La información es censal y está referida al 14 de febrero para el año 2000 y al 17 de octubre para el 2005.

a/ Porcentaje. Excluye a la población de edad no especificada.

b/ Se refiere a la edad expresada en años y que divide a la población en dos partes iguales, esto es, la edad hasta la cual

b/ se acumula el 50% de la población total. Excluye a la población de edad no especificada.

c/ Personas por hogar.

d/ Hombres por cada 100 mujeres.

e/ El grado de intensidad migratoria se clasifica de la siguiente manera: 1.- Nulo, 2.- Muy bajo, 3.- Bajo, 4.- Medio,

e/ 5.- Alto y 6.- Muy alto.

#### Estadísticas vitales

Cuadro 3.2

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Nacimientos	342 032	346 720	2 013	2 010
Hombres	172 403	174 014	1 012	1 004
Mujeres	169 622	172 705	1 001	1 006
No especificado	7	1	0	0
Defunciones generales	53 315	61 096	360	382
Hombres	29 473	33 438	211	220
Mujeres	23 801	27 639	149	162
No especificado	41	19	0	0
Defunciones de menores de un año	6 824	5 502	36	39
Hombres	3 881	3 110	20	21
Mujeres	2 923	2 380	16	18



No especificado	20	12	0	0
-----------------	----	----	---	---

(Continúa)

**Estadísticas vitales** Cuadro 3.2

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Matrimonios	80 864	65 849	432	357
Divorcios	6 510	7 894	32	42

Nota: La información de nacimientos, defunciones generales y de menores de un año se refiere a la residencia habitual

Nota: de la madre y del fallecido, respectivamente. Para matrimonios y divorcios, en ambos años, se consideró el lugar

Nota: de registro.

**Indicadores de desarrollo humano y de los objetivos del milenio** Cuadro 3.3

Indicador	Fecha o periodo	Estado	Municipio
Tasa de mortalidad infantil a/ Porcentaje de las personas de 15 o más años alfabetas	2000	22.0	27.6
Porcentaje de las personas de 6 a 24 años que van a la escuela	2000	93.6	88.7
PIB per cápita en dólares ajustados	2000	5 672.0	3 732.0
Índice de sobrevivencia infantil	2000	0.858	0.815
Índice de nivel de escolaridad	2000	0.838	0.799
Índice de PIB per cápita	2000	0.674	0.604
Índice de desarrollo humano	2000	0.790	0.739
Grado de desarrollo humano b/ Lugar nacional	2000	3	3
Tasa de alfabetización de las personas de 15 a 24 años por sexo	Al 17 de octubre de 2005	15	789
Total		98.8	98.7
Hombres		98.8	98.8
Mujeres		98.8	98.7
Porcentaje de la superficie cubierta por bosques y selvas	2002 a 2005	32.9	11.7
Porcentaje de la población que utiliza carbón o leña como combustible para cocinar c/	Al 14 de febrero de 2000	9.5	34.6

a/ Defunciones de menores de un año por cada 1 000 nacidos vivos.

b/ El grado de desarrollo humano se clasifica de la siguiente manera: 1.- Bajo, 2.- Medio bajo, 3.- Medio alto y 4.- Alto.

c/ Excluye a los ocupantes en viviendas donde no se especificó el tipo de combustible utilizado.

#### 4. Vivienda y urbanización

##### Principales características de la vivienda

Cuadro 4.1

Concepto	Estado		Municipio	
	2000	2005	2000	2005
Total de viviendas particulares	2 892 815	3 243 566	14 679	15 881
Ocupantes en viviendas particulares				
por clase de vivienda				
Casa independiente	13 071 105	13 964 841	68 193	71 248
Departamento en edificio	10 557 280	11 038 935	61 981	67 865
Vivienda o cuarto en vecindad	727 731	1 154 247	232	495
Vivienda o cuarto de azotea	766 193	975 710	551	818
Local no construido para habitación	13 498	11 019	7	2
Vivienda móvil	7 810	11 086	29	115
Refugio	852	964	0	1
No especificado	661	952	1	7
Viviendas particulares por número de ocupantes	997 080	771 928	5 392	1 945
1 a 4 ocupantes	2 743 144	3 100 599	13 828	15 562
5 a 8 ocupantes	1 531 093	1 878 315	7 208	8 546
9 y más ocupantes	1 074 979	1 100 920	5 745	6 273
Promedio de ocupantes por vivienda particular	137 072	121 364	875	743
Viviendas particulares con piso diferente	4.5	4.3	4.6	4.5
de tierra a/	2 547 867	2 904 420	12 445	14 553
de energía eléctrica b/	2 685 595	3 038 513	12 436	14 496
de la red pública en el ámbito de la vivienda c/	2 465 287	2 864 729	10 056	12 315
de drenaje d/	2 367 634	2 851 937	6 376	10 084
de excusado o sanitario b/	2 495 639	2 892 946	7 686	10 911
de bienes				
Televisión	2 503 453	2 947 710	10 781	13 701
Refrigerador	1 838 991	2 408 128	5 490	9 268
Lavadora	1 443 648	1 958 834	2 728	5 282
Computadora	289 186	697 749	430	1 570

Nota: Excluye viviendas sin información de ocupantes, excepto para el total de viviendas particulares y sus ocupantes

Nota: por clase de vivienda, así como para el promedio de ocupantes por vivienda particular, donde sí se incluyen.

Nota: La información es censal y está referida al 14 de febrero para el año 2000 y al 17 de octubre para el 2005.

a/ Se refiere a viviendas con piso de cemento, firme, madera, mosaico u otro material. Excluye viviendas donde no se espe-

a/ cificó el material predominante en pisos.

b/ Excluye viviendas que no especificaron si disponen del servicio.

c/ Comprende viviendas que disponen de agua de la red del servicio público dentro de la vivienda y fuera de ella pero



c/ dentro del terreno. Excluye viviendas que no especificaron si disponen del servicio.

d/ Comprende: viviendas que disponen de drenaje conectado a la red pública, a fosa séptica, con desagüe a barranca o

d/ grieta y con desagüe a río, lago o mar. Excluye viviendas que no especificaron si disponen del servicio.

### Créditos e inversión ejercida en programas de vivienda

Cuadro 4.2

Concepto	Estado		Municipio	
	2000	2006	2000	2006
Créditos en programas de vivienda	30 435	71 200	1	104
Inversión ejercida en programas de vivienda a/	9 199 756	19 062 224	889	9 601

a/ Miles de pesos.

### Urbanización

Cuadro 4.3

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Fuentes de abastecimiento de agua a/	180	197	1	1
Plantas potabilizadoras de agua en operación a/	6	ND	0	ND
Capacidad instalada de las plantas potabilizadoras en operación b/	20 790	ND	0	ND
Volumen suministrado anual de agua potable c/	519 792	ND	0	ND
Sistemas de agua entubada a/	ND	ND	ND	ND
Tomas domiciliarias de agua entubada a/	2 545 429	3 196 851	10 371	14 553
Localidades con red de distribución de agua entubada a/	ND	ND	ND	ND
Sistemas de drenaje y alcantarillado a/	ND	ND	ND	ND
Localidades con el servicio de drenaje y alcantarillado a/	ND	ND	ND	ND
Tomas instaladas de energía eléctrica a/	2 601 423	2 860 704	13 973	17 768
Localidades con el servicio de energía eléctrica a/	ND	ND	ND	ND
Parques de juegos infantiles a/	ND	ND	ND	ND
Jardines vecinales a/	ND	ND	ND	ND
Capacidad total de almacenamiento de las presas c/	ND	1 661	ND	31
Capacidad útil de almacenamiento de las presas c/	ND	ND	ND	ND
Volumen anual utilizado de agua de las presas d/	ND	1 661	ND	40

a/ Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

b/ Litros por segundo. Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

c/ Millones de metros cúbicos. Para volumen de agua potable se refiere a cifras estimadas.

c/ Para capacidad en presas los datos están referidos al 31 de diciembre de cada año.

d/ Millones de metros cúbicos. Cifras estimadas.

## 5. Salud

### Condición de derechohabencia de la población

Concepto	Estado		Municipio	
	2000	2005	2000	2005
Población total por condición de derechohabencia a servicios de salud	13 096 686	14 007 495	68 336	71 624
Derechohabiente a/	5 196 837	5 936 128	16 922	35 382
En el IMSS	4 081 812	4 128 554	11 558	10 795
En el ISSSTE	622 196	608 231	2 064	2 144
En PEMEX, SEDENA y/o SEMAR	130 252	129 810	95	124
En otra institución	383 501	1 126 809	3 235	22 536
No derechohabiente	7 178 186	7 375 728	47 783	34 487
No especificado	721 663	695 639	3 631	1 755
Población derechohabiente por sexo	5 196 837	5 936 128	16 922	35 382
Hombres	2 516 081	2 852 510	8 200	16 752
Mujeres	2 680 756	3 083 618	8 722	18 630

Nota: La información es censal y está referida al 14 de febrero para el año 2000 y al 17 de octubre para el 2005.

a/ La suma de la población derechohabiente en las distintas instituciones de salud puede ser mayor al total de derecho-

a/ habientes, ya que hay población que tiene derecho a más de una institución de salud.

### Población derechohabiente y usuaria

Cuadro 5.2

Concepto	Estado		Municipio a/	
	2001	2007	2001	2007
Población derechohabiente b/	6 128 133	7 304 488	ND	ND
Población usuaria	8 993 031	13 182 915	ND	60 610

Nota: La población usuaria corresponde a instituciones públicas de seguridad y asistencia social; la derechohabiente

Nota: únicamente a las de seguridad social.

a/ Para población derechohabiente la información se refiere a municipio de residencia, y para población usuaria a municipio

a/ de atención.

b/ Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

### Características de los recursos de salud en las instituciones públicas

Cuadro 5.3

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Personal médico por régimen e institución a/	12 229	14 361	65	94
Seguridad social	6 663	7 588	26	21
IMSS	5 328	5 246	14	0
ISSSTE	440	375	7	7
PEMEX, SEDENA y/o SEMAR	ND	ND	ND	ND
Otras	895	1 967	5	14
Asistencia social	5 566	6 773	39	73
IMSS-Oportunidades	ND	ND	ND	ND
SSA	4 610	5 949	37	72
Otras	956	824	2	1
Unidades médicas por régimen e institución a/	1 546	1 584	23	24
Seguridad social	222	235	3	3
IMSS	96	97	1	1
ISSSTE	51	43	1	1



PEMEX, SEDENA y/o	ND	ND	ND	ND
SEMAR	75	95	1	1
Otras				

(Continúa)

**Características de los recursos de salud en las instituciones públicas** Cuadro 5.3

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Asistencia social	1 324	1 349	20	21
IMSS-Oportunidades	ND	ND	ND	ND
SSA	991	1 039	19	20
Otras	333	310	1	1

a/ Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

**Indicadores de salud** Cuadro 5.4

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Consultas por médico	2 077.5	2 248.7	3 412.8	3 301.3
Consultas por unidad médica	16 432.9	20 387.8	9 644.7	12 930.0
Médicos por unidad médica	7.9	9.1	2.8	3.9

**Consultas externas otorgadas por las instituciones públicas** Cuadro 5.5

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Consultas externas otorgadas por régimen e institución	25 405 217	32 294 285	221 829	310 320
Seguridad social	14 091 067	16 069 929	84 982	108 932
IMSS	11 075 779	12 004 373	47 140	59 819
ISSSTE	1 037 197	1 175 268	8 896	10 837
PEMEX, SEDENA y/o				
SEMAR	ND	ND	ND	ND
Otras	1 978 091	2 890 288	28 946	38 276
Asistencia social	11 314 150	16 224 356	136 847	201 388
IMSS-Oportunidades	ND	ND	ND	ND
SSA	9 900 430	14 392 601	134 442	195 945
Otras	1 413 720	1 831 755	2 405	5 443

**Seguro popular** Cuadro 5.6

Concepto	Estado		Municipio a/	
	2006	2007	2006	2007
Familias beneficiadas	392 103	276 667	31 455	11 222
Consultas externas otorgadas	ND	ND	ND	ND

a/ Para familias beneficiadas la información se refiere a municipio de residencia habitual, y para consultas a municipio

a/ de atención.

## 6. Educación y cultura

### Características educativas y culturales de la población

Cuadro 6.1

Concepto	Estado		Municipio	
	2000	2005	2000	2005
Población de 6 y más años por condición				
para leer y escribir, y sexo	10 809 250	11 737 169	55 163	60 933
Sabe leer y escribir	10 086 928	11 038 841	49 137	55 294
Hombres	4 988 590	5 420 276	24 914	27 595
Mujeres	5 098 338	5 618 565	24 223	27 699
No sabe leer y escribir	707 441	671 987	5 962	5 573
Hombres	254 152	251 143	2 214	2 133
Mujeres	453 289	420 844	3 748	3 440
No especificado	14 881	26 341	64	66
Hombres	7 346	12 812	36	26
Mujeres	7 535	13 529	28	40
Población de 5 y más años por condición				
de asistencia escolar y sexo	11 097 516	12 014 536	56 871	62 525
Asiste	3 647 300	3 787 539	19 012	20 450
Hombres	1 847 687	1 911 576	9 762	10 231
Mujeres	1 799 613	1 875 963	9 250	10 219
No asiste	7 386 867	8 124 933	37 561	41 711
Hombres	3 520 124	3 867 114	18 113	20 144
Mujeres	3 866 743	4 257 819	19 448	21 567
No especificado	63 349	102 064	298	364
Hombres	28 718	46 610	152	159
Mujeres	34 631	55 454	146	205
Población de 5 y más años por nivel				
de escolaridad y sexo	11 097 516	12 014 536	56 871	62 525
Sin escolaridad a/	681 247	554 006	5 044	4 210
Hombres	251 907	195 657	1 898	1 518
Mujeres	429 340	358 349	3 146	2 692
Preescolar	501 186	436 738	2 986	2 496
Hombres	252 654	222 881	1 523	1 244
Mujeres	248 532	213 857	1 463	1 252
Primaria b/	4 493 111	4 276 053	30 275	29 177
Hombres	2 126 676	2 023 665	14 825	14 086
Mujeres	2 366 435	2 252 388	15 450	15 091
Con instrucción posprimaria	5 317 430	6 509 663	18 127	25 593
Hombres	2 718 688	3 282 817	9 582	13 283
Mujeres	2 598 742	3 226 846	8 545	12 310
No especificado	104 542	238 076	439	1 049
Hombres	46 604	100 280	199	403
Mujeres	57 938	137 796	240	646
Población de 18 y más años con nivel profesional	788 057	1 140 383	1 969	3 552
Población de 18 y más años con posgrado	41 948	56 906	102	135
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años	8.0	8.7	6.2	7.1
Población de 5 y más años por condición de habla indígena	11 097 516	12 014 536	56 871	62 525
Habla lengua indígena	361 972	312 319	325	198
No habla lengua indígena	10 691 712	11 629 196	56 378	62 086
No especificado	43 832	73 021	168	241

Nota: La información es censal y está referida al 14 de febrero para el año 2000 y al 17 de octubre para el 2005.

a/ Para el XII Censo General de Población y Vivienda 2000 se denominó "sin instrucción".



b/ Comprende primaria completa e inconclusa.

**Servicios educativos**

Cuadro 6.2

Concepto	Estado		Municipio	
	Ciclo escolar 2000/01	Ciclo escolar 2006/07	Ciclo escolar 2000/01	Ciclo escolar 2006/07
Centros de Desarrollo Infantil en educación inicial a inicio de cursos				
Población atendida	ND	11 149	ND	0
Personal docente	ND	1 746	ND	0
Centros de Desarrollo Infantil	ND	203	ND	0
Educación básica y media superior de la modalidad escolarizada a fin de cursos por nivel educativo				
Alumnos existencias	3 184 700	3 654 611	20 640	23 305
Preescolar	317 268	570 340	2 649	3 653
Primaria	1 892 485	1 888 457	11 741	11 692
Secundaria	688 763	803 821	4 386	5 265
Profesional técnico	39 938	39 490	16	0
Bachillerato	246 246	352 503	1 848	2 695
Alumnos aprobados	2 844 217	3 331 867	18 490	21 243
Preescolar a/	315 182	570 173	2 628	3 653
Primaria	1 815 521	1 838 455	11 251	11 326
Secundaria	529 545	663 291	3 375	4 382
Profesional técnico	31 208	28 138	16	0
Bachillerato	152 761	231 810	1 220	1 882
Alumnos egresados	737 158	934 584	5 404	6 132
Preescolar	193 191	299 700	1 646	1 833
Primaria	278 622	303 569	1 658	2 017
Secundaria	189 641	232 241	1 215	1 532
Profesional técnico	10 962	10 427	4	0
Bachillerato	64 742	88 647	881	750
Personal docente	138 372	167 341	1 075	1 241
Preescolar	13 319	23 725	147	179
Primaria	63 414	67 479	522	535
Secundaria	38 189	43 487	283	335
Profesional técnico	3 662	3 581	7	0
Bachillerato	19 788	29 069	116	192
Escuelas	16 286	20 641	229	239
Preescolar	5 294	8 365	96	100
Primaria	7 168	7 615	87	87
Secundaria	2 950	3 386	38	42
Profesional técnico	117	112	1	0
Bachillerato	757	1 163	7	10
Índice de retención en primaria	96.0	96.4	97.6	98.2
Índice de aprovechamiento en primaria	95.9	97.4	95.8	96.9
Índice de retención en secundaria	94.2	95.1	96.7	96.8
Índice de aprovechamiento en secundaria	76.9	82.5	76.9	83.2
Índice de retención en bachillerato	93.3	92.4	93.1	91.0
Índice de aprovechamiento en bachillerato	62.0	65.8	66.0	69.8
Primaria indígena a fin de cursos				
Alumnos inscritos	17 963	18 563	0	0
Alumnos existencias	17 605	18 308	0	0
Alumnos aprobados	16 506	17 729	0	0
Alumnos egresados	2 220	2 972	0	0
Personal docente	732	780	0	0
Escuelas	155	162	0	0
Bachillerato del sistema abierto b/				
Población atendida	ND	127 137	ND	0
Egresados	6 421	3 626	ND	0



(Continúa)

**Servicios educativos** Cuadro 6.2

Concepto	Estado		Municipio	
	Ciclo escolar 2000/01	Ciclo escolar 2006/07	Ciclo escolar 2000/01	Ciclo escolar 2006/07
Educación para adultos b/				
Adultos alfabetizados	3 601	3 342	30	18
Hombres	1 259	740	11	8
Mujeres	2 342	2 602	19	10
Alfabetizadores	765	2 060	3	13
Adultos atendidos en primaria	10 022	14 743	122	146
Certificados emitidos de primaria	7 670	9 450	100	104
Adultos atendidos en secundaria	24 226	45 826	190	404
Certificados emitidos de secundaria	22 697	25 924	177	128
Formación para el trabajo a fin de cursos				
Alumnos inscritos	ND	110 348	ND	1 176
Alumnos existencias	ND	100 250	ND	1 099
Alumnos acreditados	ND	86 076	ND	987
Personal docente	ND	2 266	ND	13
Escuelas	ND	290	ND	1
Educación especial a fin de cursos				
Alumnos atendidos	45 822	35 488	162	557
Personal docente	2 331	2 659	28	48
Personal paradocente	ND	916	ND	19
Infraestructura educativa c/				
Planteles	10 773	12 086	198	198
Aulas	90 106	107 094	959	1 068
Bibliotecas	1 088	1 390	16	27
Laboratorios	3 694	5 894	25	53
Talleres	5 424	6 048	45	50
Anexos	31 677	18 773	505	214

Nota: El índice de retención se obtiene al dividir el número de alumnos existencias entre el de alumnos inscritos multiplicado

Nota: por cien. El índice de aprovechamiento se obtiene al dividir el número de alumnos aprobados entre el de alumnos

Nota: existencias multiplicado por cien.

a/ Se refiere a alumnos promovidos.

b/ La información corresponde a 2001 y 2007, respectivamente.

c/ Comprende los niveles preescolar, primaria, secundaria, media superior y superior; además para el ciclo 2006/07

c/ incluye centros de atención múltiple, educación artística, y educación física de la modalidad no escolarizada.

c/ La información está expresada en términos de planta física y puede servir para el funcionamiento de varias escuelas

c/ o turnos.

**Bibliotecas públicas** Cuadro 6.3

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Número de bibliotecas a/	584	663	8	8
Personal ocupado a/	1 174	1 145	9	16
Títulos a/	ND	2 021 469	ND	18 698
Libros en existencia a/	2 198 424	2 456 857	22 014	23 375
Consultas realizadas	10 356 852	23 805 796	96 204	366 424
Usuarios	9 005 960	7 408 488	83 656	103 573

a/ Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

## 7. Seguridad y orden público

### Procuración de justicia e incidencia delictiva

Cuadro 7.1

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Agencias del Ministerio Público del fuero común a/	90	129	1	1
Agentes del Ministerio Público del fuero común a/	171	324	3	3
Agencias del Ministerio Público del fuero federal a/	8	8	0	0
Agentes del Ministerio Público del fuero federal a/	55	88	0	0
Delitos registrados en averiguaciones previas iniciadas por las agencias del Ministerio Público del fuero común por principales delitos b/	209 480	246 808	1 165	1 361
Daño en las cosas	13 087	19 371	109	118
Delitos sexuales	2 299	3 084	17	21
Homicidio	6 044	2 514	57	21
Lesiones	42 350	58 489	276	423
Robo	85 210	95 683	264	290
Otros delitos	60 490	67 667	442	488

a/ Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

b/ Una averiguación previa puede incluir uno o más delitos. La información se refiere al lugar de ocurrencia.

### Estadísticas judiciales

Cuadro 7.2

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Presuntos delincuentes registrados en los juzgados de primera instancia en materia penal del fuero común por principales delitos a/	11 948	12 675	181	126
Armas prohibidas	594	755	4	5
Daño en las cosas	291	350	4	1
Despojo	444	362	0	4
Fraude	283	250	1	0
Homicidio	480	575	3	2
Incumplir obligación familiar	188	543	4	7
Lesiones	2 802	1 993	92	33
Robo	3 850	4 925	24	48
Violación	528	613	9	4
Otros	2 488	2 309	40	22
Sentenciados registrados en los juzgados de primera instancia en materia penal del fuero común por principales delitos a/	8 264	9 463	78	72
Armas prohibidas	532	635	5	2
Allanamiento de morada	116	72	1	1
Daño en las cosas	167	216	0	2
Despojo	445	288	1	3
Encubrimiento	67	142	2	0
Homicidio	468	558	4	4
Lesiones	1 571	1 093	30	20



Robo	2 843	4 265	12	26
Violación	434	504	3	6
Otros	1 621	1 690	20	8

(Continúa)

**Estadísticas judiciales** Cuadro 7.2

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Presuntos delincuentes registrados en los juzgados de primera instancia en materia penal del fuero federal por principales delitos a/	1 010	1 075	4	4
En materia de narcóticos	364	498	0	2
Previsto en el Código Fiscal	0	17	0	0
Previsto en la Ley Federal de Armas de Fuego	481	379	4	2
Previsto en la Ley General de Población	15	11	0	0
Otros	150	170	0	0
Sentenciados registrados en los juzgados de primera instancia en materia penal del fuero federal por principales delitos a/	853	968	6	2
En materia de narcóticos	262	409	0	1
Previsto en el Código Fiscal	0	19	0	0
Previsto en la Ley Federal de Armas de Fuego	470	424	5	1
Previsto en la Ley General de Población	14	10	0	0
Otros	107	106	1	0
Tasa de personas con sentencia condenatoria b/	70.3	79.9	56.0	82.4
Personas con sentencia condenatoria por tipo de fuero c/	100.0	100.0	100.0	100.0
Fuero federal	12.2	10.5	12.8	3.3
Fuero común	87.8	89.5	87.2	96.7

a/ La información se refiere al lugar de ocurrencia.

b/ Porcentaje respecto al total de sentenciados.

c/ Porcentaje.

**Readaptación social** Cuadro 7.3

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Centros de readaptación social				
Capacidad (personas)	7 715	10 208	89	86
Internos a/	10 872	18 401	133	250
Fuero común	9 767	16 430	129	236
Hombres	9 392	15 706	126	230
Mujeres	375	724	3	6
Fuero federal	1 105	1 971	4	14
Hombres	981	1 710	4	12
Mujeres	124	261	0	2
Fueros común y federal	ND	ND	ND	ND
Hombres	ND	ND	ND	ND
Mujeres	ND	ND	ND	ND

Nota: Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

a/ Comprende procesados y sentenciados.

**Accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas por tipo de accidente**

Cuadro 7.4

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007 P/	2001	2007 P/
Total	13 223	18 678	26	ND
Colisión con vehículo	9 012	13 657	11	ND
Colisión con peatón	1 222	1 008	2	ND
Colisión con objeto fijo	1 543	2 184	3	ND
Otros	1 446	1 829	10	ND

**8. Trabajo****Indicadores estratégicos de ocupación y empleo en el Estado**

Cuadro 8.1

Indicador	Ene-Mar 2007	Ene-Mar 2008
Población de 14 y más años	10 336 631	10 540 209
Población económicamente activa	6 058 377	6 125 598
Ocupada	5 700 767	5 777 299
Hombres	3 593 926	3 625 756
Mujeres	2 106 841	2 151 543
Desocupada	357 610	348 299
Hombres	191 113	214 878
Mujeres	166 497	133 421
Población no económicamente activa	4 278 254	4 414 611
Disponibles	510 001	560 016
No disponibles	3 768 253	3 854 595

**Asegurados en el IMSS y en el ISSSTE**

Cuadro 8.2

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Trabajadores permanentes y eventuales urbanos afiliados al IMSS	1 001 935	1 156 439	ND	ND
Trabajadores asegurados registrados en el ISSSTE	251 091	210 236	ND	ND

Nota: Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

**Relaciones laborales**

Cuadro 8.3

Concepto	Estado		Municipio	
	2004	2007	2004	2007
Conflictos de trabajo	9 272	10 391	50	10
Conflictos de trabajo solucionados a/	4 721	11 581	23	6
Huelgas estalladas	0	0	0	0
Huelgas solucionadas a/	0	0	0	0

a/ Incluye solución de eventos iniciados en años anteriores.

## 9. Información económica agregada

### Principales características de las unidades económicas

Cuadro 9.1

Concepto	Estado		Municipio	
	1998	2003	1998	2003
Unidades económicas	324 862	364 921	1 017	1 016
Personal ocupado dependiente de la razón social	1 296 387	1 421 862	4 049	3 698
Personal ocupado no dependiente de la razón social	85 454	111 339	49	217
Valor agregado censal bruto a/	166 193	239 416 316	135 350	221 395
	066	219 559		
Total de activos fijos a/	796	254 329 269	145 680	278 523
Producción bruta total por persona ocupada b/	296.7	348.5	56.0	111.7
Valor agregado censal bruto por persona ocupada b/	120.3	156.2	33.0	56.6

a/ Miles de pesos.

b/ Miles de pesos. Para el cálculo de este indicador se utiliza el concepto de personal ocupado total (comprende tanto

b/ al dependiente como al no dependiente de la razón social).

### Producto interno bruto estatal por sector (Miles de pesos a precios de 1993)

Cuadro 9.2

Sector	2001	2006 P/
Total	157 059 357	179 995 950
Primario	5 234 799	4 907 041
Secundario	56 722 992	59 550 557
Terciario	95 101 567	115 538 353

## 10. Agropecuario y aprovechamiento forestal

### Producción agrícola

Cuadro 10.1

Concepto	Estado		Municipio	
	Año agrícola 2005	Año agrícola 2007	Año agrícola 2005	Año agrícola 2007
Superficie sembrada por principales cultivos a/	892 914	896 504	15 448	16 320
Alfalfa verde	12 109	10 069	0	0
Avena forrajera	69 221	56 419	2 993	575
Crisantemo (gruesa)	2 339	2 308	0	0
Maíz forrajero	31 216	20 568	3 650	1 150
Maíz grano	541 608	581 654	8 550	14 170
Papa	5 955	5 611	0	0
Pastos	89 463	82 359	105	125
Rosa de invernadero (gruesa)	427	624	0	0
Tomate rojo (jitomáte)	937	1 057	0	0
Tuna	15 688	15 835	0	0
Resto de los cultivos	123 951	120 002	150	300
Superficie cosechada por principales cultivos a/	824 002	886 054	14 648	16 320
Alfalfa verde	12 109	10 065	0	0
Avena forrajera	69 004	56 369	2 993	575
Crisantemo (gruesa)	2 339	2 308	0	0
Maíz forrajero	30 352	20 498	3 650	1 150
Maíz grano	479 055	574 183	7 750	14 170
Papa	5 945	5 611	0	0
Pastos	89 453	82 289	105	125
Rosa de invernadero (gruesa)	427	624	0	0
Tomate rojo (jitomáte)	937	1 057	0	0
Tuna	15 420	15 835	0	0
Resto de los cultivos	118 961	117 217	150	300
Volumen de la producción por principales cultivos b/	NA	NA	NA	NA
Alfalfa verde	940 342	773 795	0	0
Avena forrajera	1 314 087	1 644 628	33 351	13 038
Crisantemo (gruesa)	8 731 240	12 136 383	0	0
Maíz forrajero	1 389 319	1 094 267	159 150	55 905
Maíz grano	1 211 436	2 002 701	25 612	50 279
Papa	159 090	158 752	0	0
Pastos	2 966 403	2 884 775	8 400	9 375
Rosa de invernadero (gruesa)	3 563 027	5 359 550	0	0
Tomate rojo (jitomáte)	39 708	57 190	0	0
Tuna	162 907	113 534	0	0
Resto de los cultivos	NA	NA	NA	NA
Valor de la producción por principales cultivos c/	10 233 141	15 501 403	120 680	188 212
Alfalfa verde	251 694	394 471	0	0
Avena forrajera	449 752	566 606	11 436	7 258
Crisantemo (gruesa)	981 473	1 705 658	0	0
Maíz forrajero	387 653	383 755	63 660	27 953
Maíz grano	2 051 321	5 281 725	38 418	143 294
Papa	777 892	572 302	0	0



Pastos	977 021	1 164 877	3 360	4 406
Rosa de invernadero (gruesa)	632 705	966 627	0	0
Tomate rojo (jitomate)	212 641	513 996	0	0
Tuna	435 034	382 734	0	0
Resto de los cultivos	3 075 955	3 568 653	3 806	5 301

(Continúa)

**Producción agrícola** Cuadro 10.1

Concepto	Estado		Municipio	
	Año agrícola 2005	Año agrícola 2007	Año agrícola 2005	Año agrícola 2007
Superficie sembrada de riego a/ Superficie sembrada de temporal a/	160 991	159 675	6 728	6 800
Superficie mecanizada a/ Productores beneficiados por el PROCAMPO	731 923	736 830	8 720	9 520
Monto pagado por el PROCAMPO c/	ND	ND	ND	ND
	183 017	178 226	ND	5 370
	505 576	501 687	ND	16 046

a/ Hectáreas.

b/ Toneladas.

c/ Miles de pesos.

**Producción ganadera E/** Cuadro 10.2

Concepto	Estado	Municipio
	2007	2007
Volumen de la producción de carne en canal de ganado y aves a/		
Bovino	42 308	927
Porcino	24 291	1 181
Ovino	7 313	98
Caprino	564	3
Aves	NA	NA
Gallináceas	127 039	13 735
Guajolotes	2 720	60
Valor de la producción de carne en canal por especie b/	5 176 751	314 002
Bovino	1 406 995	29 183
Porcino	608 194	23 255
Ovino	369 356	4 789
Caprino	24 975	123
Aves	2 767 231	256 652
Gallináceas	2 667 840	253 846
Guajolotes	99 391	2 806
Volumen de la producción de leche de bovino c/	478 211	6 478
Valor de la producción de leche de bovino b/	1 954 712	25 296
Volumen de la producción de leche de caprino c/	ND	ND
Valor de la producción de leche de caprino b/	ND	ND
Volumen de la producción de huevo para plato a/	18 075	406
Valor de la producción de huevo para plato b/	210 594	5 356
Volumen de la producción de miel a/	1 261	12
Valor de la producción de miel b/	29 810	225
Volumen de la producción		



de cera en greña a/	32	0
Valor de la producción de cera en greña b/	1 771	12

a/ Toneladas.  
b/ Miles de pesos.  
c/ Miles de litros.

### Producción y control forestal

Cuadro 10.3

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Volumen de la producción forestal maderable por grupo de especies a/				
Coníferas	309 877	111 277	ND	0
Latifoliadas	289 964	106 618	ND	0
Preciosas	19 913	4 659	ND	0
Comunes tropicales	ND	ND	ND	ND
Valor de la producción forestal maderable por grupo de especies b/				
Coníferas	188 503	92 697	ND	0
Latifoliadas	182 332	90 963	ND	0
Preciosas	6 171	1 734	ND	0
Comunes tropicales	ND	ND	ND	ND
Volumen de la producción forestal no maderable c/	125	605	ND	0
Valor de la producción forestal no maderable b/	645	2 343	ND	0
Volumen de aprovechamiento forestal maderable autorizado para el año a/	135 516	51 527	ND	0
Volumen de aprovechamiento forestal no maderable autorizado para el año c/	485	1 482	ND	0

a/ Metros cúbicos rollo.  
b/ Miles de pesos.  
c/ Toneladas.

## 11. Industria

### Características seleccionadas de las unidades económicas en las actividades mineras

Cuadro 11.1

Concepto	Estado		Municipio	
	1998	2003	1998	2003
Unidades económicas	123	207	0	0
Personal ocupado dependiente de la razón social	2 645	3 614	0	0
Personal ocupado no dependiente de la razón social	562	583	0	0
Valor agregado censal bruto a/	432 220	891 624	0	0
Total de activos fijos a/	2 487 666	1 902 640	0	0
Producción bruta total por persona ocupada b/	327.5	366.0	0.0	0.0
Valor agregado censal bruto por persona ocupada b/	134.8	212.0	0.0	0.0

a/ Miles de pesos.

b/ Miles de pesos. Para el cálculo de este indicador se utiliza el concepto de personal ocupado total (comprende tanto al

b/ dependiente como al no dependiente de la razón social).

### Volumen de la producción de minerales seleccionados a/

Cuadro 11.2

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Azufre	0	0	0	0
Barita	0	0	0	0
Cobre	1 888	1 859	0	0
Coque	0	0	0	0
Pellets de hierro	0	0	0	0
Fluorita	0	0	0	0
Oro	910	824	0	0
Plata	137 560	141 366	0	0
Plomo	8 174	7 189	0	0
Zinc	29 122	31 886	0	0

a/ Cifras en toneladas, con excepción del oro y la plata que están en kilogramos.

### Características seleccionadas de las unidades económicas en las actividades manufactureras

Cuadro 11.3

Concepto	Estado		Municipio	
	1998	2003	1998	2003
Unidades económicas	35 171	35 343	103	113
Personal ocupado dependiente de la razón social	486 035	409 062	1 783	1 175
Personal ocupado no dependiente de la razón social	31 540	44 770	10	2
Valor agregado censal bruto a/	96 596 538	123 862 241	41 653	39 766
Total de activos fijos a/	124 093 396	136 061 999	25 307	26 456
Producción bruta total por persona ocupada b/	541.8	763.0	37.7	59.0
Valor agregado censal bruto por persona ocupada b/	186.6	273.0	23.2	34.0

a/ Miles de pesos.

b/ Miles de pesos. Para el cálculo de este indicador se utiliza el concepto de personal ocupado total (comprende tanto al

b/ dependiente como al no dependiente de la razón social).



**Licencias de construcción expedidas por principales usos del suelo**

Cuadro 11.4

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Total	ND	ND	ND	ND
Habitacional	ND	ND	ND	ND
Comercial	ND	ND	ND	ND
Industrial	ND	ND	ND	ND
Otros	ND	ND	ND	ND

**Características seleccionadas de la industria eléctrica**

Cuadro 11.5

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Usuarios de energía eléctrica a/	2 601 423	2 860 704	13 973	17 768
Volumen de las ventas de energía eléctrica b/	15 210 885	15 751 956	49 550	81 204
Valor de las ventas de energía eléctrica c/	10 280 381	19 902 309	42 113	117 348
Subestaciones de transmisión a/	11	15	0	0
Subestaciones de distribución a/	59	87	1	1
Transformadores de distribución a/	48 600	67 016	925	1 082
Inversión pública ejercida en obras de electrificación c/	23 483	102 293	ND	ND

a/ Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

b/ Megawatts-hora.

c/ Miles de pesos.

**12. Servicios**

**Características seleccionadas de las unidades económicas en las actividades comerciales**

Cuadro 12.1

Concepto	Estado		Municipio	
	1998	2003	1998	2003
Unidades económicas	182 502	210 897	557	559
Personal ocupado dependiente de la razón social	409 410	519 832	1 381	1 649
Personal ocupado no dependiente de la razón social	21 082	35 447	11	185
Valor agregado censal bruto a/	36 833 524	61 240 260	75 270	148 745
Total de activos fijos a/	21 707 005	35 677 557	87 954	156 905
Producción bruta total por persona ocupada b/	122.0	155.0	81.8	162.0
Valor agregado censal bruto por persona ocupada b/	85.6	110.0	54.1	81.0

a/ Miles de pesos.

b/ Miles de pesos. Para el cálculo de este indicador se utiliza el concepto de personal ocupado total (comprende tanto al

b/ dependiente como al no dependiente de la razón social).

**Infraestructura y actividades comerciales**

Cuadro 12.2

Concepto	Estado		Municipio	
	2005	2007	2005	2007
Infraestructura comercial a/				
Tiendas Diconsa	ND	793	ND	31
Tianguis	1 545	1 192	1	6
Mercados públicos	596	646	2	2
Centrales de abasto	3	6	0	0
Programa de Abasto Social Liconsa				
Puntos de atención a/	1 039	1 089	3	9
Familias beneficiarias a/	926 996	904 248	1 667	2 705
Beneficiarios a/	2 029 408	1 961 902	4 329	6 620
Dotación anual de leche reconstituida b/	376 072 962	373 999 774	850 964	1 185 566
Importe de la venta de leche reconstituida c/	1 316 255	1 512 112	2 978	4 789
Venta de automóviles y camiones nuevos				
Automóviles vendidos al público	85 920	80 005	207	252
Camiones vendidos al público	37 281	45 247	64	121

d/

a/ Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

b/ Litros.

c/ Miles de pesos.

d/ Comprende únicamente ligeros de 6.5 toneladas o menos.

**Infraestructura y afluencia turística**

Cuadro 12.3

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Infraestructura turística a/				
Establecimientos de hospedaje	425	590	2	8
Cuartos de hospedaje registrados	15 583	20 484	22	155
Establecimientos de preparación y servicio de alimentos y de bebidas b/	1 406	1 369	18	12
Agencias de viajes	227	284	0	0
Empresas arrendadoras de automóviles	21	ND	0	ND

**(Continúa)****Infraestructura y afluencia turística**

Cuadro 12.3

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Turistas que se hospedaron en establecimientos de hospedaje por residencia	ND	2 958 990	ND	ND
Residentes en el país	ND	2 898 236	ND	ND
No residentes en el país	ND	60 754	ND	ND

a/ Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

b/ Se refiere a establecimientos con categoría turística.

**Características seleccionadas de las unidades económicas en las actividades de transportes, correos y almacenamiento**

Cuadro 12.4

Concepto	Estado	Municipio
----------	--------	-----------



	1998	2003	1998	2003
Unidades económicas	3 730	2 079	10	7
Personal ocupado dependiente de la razón social	31 258	40 723	44	47
Personal ocupado no dependiente de la razón social	2 728	2 624	0	1
Valor agregado censal bruto a/	5 139 894	8 310 617	2 619	4 541
Total de activos fijos a/	11 850 981	13 373 240	6 327	29 263
Producción bruta total por persona ocupada b/	375.6	404.0	140.7	166.0
Valor agregado censal bruto por persona ocupada b/	151.2	192.0	59.5	95.0

a/ Miles de pesos.

b/ Miles de pesos. Para el cálculo de este indicador se utiliza el concepto de personal ocupado total (comprende tanto al

b/ dependiente como al no dependiente de la razón social).

### Características seleccionadas del transporte

Cuadro 12.5

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Longitud de la red carretera a/	9 903	7 772	254	159
Troncal federal	1 042	1 138	21	0
Alimentadoras estatales	6 480	4 253	143	69
Caminos rurales	2 380	2 380	90	90
Brechas mejoradas	ND	ND	ND	ND
Longitud de la red carretera federal de cuota a/	ND	ND	ND	ND
Federal	ND	ND	ND	ND
Estatal	ND	ND	ND	ND
Particular	ND	ND	ND	ND
Automóviles registrados en circulación a/	1 028 663	1 705 074	4 917	5 998
Camiones de pasajeros registrados en circulación a/	47 696	8 744	150	5
Motocicletas registradas en circulación a/	4 344	24 173	9	28
Aeropuertos a/	2	2	0	0
Vuelos de la aviación civil b/	ND	ND	ND	ND
Pasajeros atendidos en vuelos comerciales	ND	ND	ND	ND

a/ Datos referidos al 31 de diciembre de cada año. Para la longitud de la red carretera se refiere a kilómetros.

b/ Comprende vuelos comerciales, particulares y oficiales.

### Principales características de las comunicaciones

Cuadro 12.6

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Centros comunitarios digitales e-México a/	NA	423	NA	2
Localidades que cuentan con centros comunitarios digitales e-México a/	NA	326	NA	2
Oficinas postales a/	1 208	1 500	12	23
Correspondencia expedida b/	130 671	88 853	6 840	8
Correspondencia recibida b/	136 247	149 486	124	250
Oficinas de la red telegráfica a/	81	83	1	1
Telegramas transmitidos c/	182 096	29 946	0	17

a/ Datos referidos al 31 de diciembre de cada año. Para oficinas postales comprende: administraciones, sucursales,

a/ agencias, expendios, instituciones públicas, Mexpost y otros.

b/ Se refiere a miles de piezas.

c/ Se refiere a operaciones.

**Servicios bancarios**

Cuadro 12.7

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Sucursales de la banca comercial a/ Sucursales de la banca de desarrollo a/	ND	979	ND	5
Saldos nominales de la captación de recursos de la banca comercial b/ Captación tradicional en moneda nacional c/	59 821 985	98 822 165	ND	ND
Captación tradicional en moneda extranjera	2 267 185	3 626 189	ND	ND

a/ Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

b/ Miles de pesos. Datos referidos al 31 de diciembre de cada año.

c/ Comprende cuentas de cheques, depósitos de nómina, de ahorro y a plazo.

**Finanzas públicas**

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2006	2001	2006
Ingresos brutos de los municipios por capítulo a/ Ingresos captados	13 847 559	26 394 589	85 736	133 908
Impuestos	1 702 096	3 169 365	4 715	7 864
Participaciones federales y estatales	5 025 635	9 454 764	36 723	70 694
Aportaciones federales y estatales	4 074 274	7 534 018	34 829	48 022
Resto de los ingresos captados	2 738 441	5 719 113	9 469	4 617
Disponibilidad inicial	307 113	517 329	0	2 711
Egresos brutos de los municipios por capítulo a/ Egresos netos	13 847 559	26 394 589	85 736	133 908
Adquisición de bienes muebles e inmuebles	702 205	674 536	4 679	2 314
Obras públicas y acciones sociales	2 241 720	4 061 108	21 189	29 789
Aplicación de recursos federales y estatales	70 580	4	0	0
Resto de los egresos netos	9 217 818	19 594 912	56 823	88 270
Disponibilidad final	1 615 236	2 064 029	3 045	13 535

a/ Miles de pesos.

**Inversión pública y Programa de Desarrollo Humano Oportunidades**

Cuadro 12.9

Concepto	Estado		Municipio	
	2001	2007	2001	2007
Inversión pública ejercida por sector a/ Agua y obra pública	8 281 618	19 327 188	47 673	102 831
Ayuntamientos	ND	2 211 065	ND	11 646
Comunicaciones	1 155 777	2 356 054	8 563	7 275
Resto de los sectores	7 125 841	12 353 749	39 110	69 045
Programa de Desarrollo Humano Oportunidades b/ Monto de los recursos ejercidos				
a/ Familias beneficiarias c/	682 514	2 431 365	20 034	50 172
Localidades beneficiarias c/	198 751	376 211	6 035	7 749
	2 669	3 623	55	66

a/ Miles de pesos.

b/ Para el año 2001 se refiere a PROGRESA.

