

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**  
**División de Ciencias Agronómicas**



**Recursos climáticos y topográficos y su relación con el  
sector agrícola del municipio de Tepic, Nayarit.**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTA:**

**JUAN MEJÍA MARTÍNEZ**

**Zapopan, Jalisco, 01 de Diciembre de 2004**



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS**  
**BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO**  
**COMITE DE TITULACION**

**M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA**  
**DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS**  
**PRESENTE**

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO, opción SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, con el título:

**" RECURSOS CLIMATICOS Y TOPOGRAFICOS Y SU RELACION CON EL SECTOR AGRICOLA EN EL MUNICIPIO DE TEPIC, NAYARIT"**

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

**JUAN MEJIA MARTINEZ**

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

<b>M.C. IRMA JULIETA GONZALEZ ACUÑA</b>	<b>DIRECTOR</b>
<b>ING. HECTOR FRIAS UREÑA</b>	<b>ASESOR</b>

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

<b>DR. AGUSTIN GALLEGOS RODRIGUEZ</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>ING. JUAN BOJORQUEZ MARTINEZ</b>	<b>SECRETARIO</b>
<b>DR. DIEGO GONZALEZ EGUIARTE</b>	<b>VOCAL</b>

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

**ATENTAMENTE**  
**"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 22 de noviembre de 2004.



COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

*Gonzalez Luna S*  
 \_\_\_\_\_  
 M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA  
 PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

*Maria Luisa Garcia Sahagun*  
 \_\_\_\_\_  
 DRA. MARIA LUISA GARCIA SAHAGUN  
 SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION

## DEDICATORIA

### ***AL SER SUPREMO "DIOS"***

Que siempre me ha acompañado en mi caminar y me ha asignado una vida para recorrerlas con todos mis hermanos y contribuir de alguna manera en el mejorar de la humanidad.

### ***A MIS PADRES***

**C. Natalia Martínez Gómez  
C. Luis Mejía Cruz**

Que gracias a su esfuerzo, sacrificio, dedicación y cariño, hicieron posible el que me formara profesionalmente y lograra siempre cumplir con los objetivos planteados y llegado a mis metas.

### ***A MIS HERMANOS***

**C. Adriana Mejía Martínez  
C. Luis Mejía Martínez**

Que están en mis proyectos y que siempre me han apoyado, dándome fuerzas para continuar contribuyendo con mis objetivos y metas.

### ***A MI ESPOSA***

**C. Rosa María González R.**

Que ha estado a mi lado y que a contribuido en el arduo trabajo de salir adelante en todas nuestras metas.

### ***A MIS HIJOS***

**C. Ixchel Guadalupe Mejía González  
C. Juan Luis Mejía González**

Que han sido mi fuerza para salir adelante y mostrarles el camino que deben de seguir encausándolos para ser mejores en la vida que nos toca vivir.

***A TODOS EN GENERAL LES DOY MIS MÁS INFINITAS GRATITUDES POR APOYARME EN MIS PROYECTOS Y SER PARTE DE ELLOS, EXTERNARLES QUE SIEMPRE ESTERAN EN EL PENSAMIENTO Y EN MI CORAZON***

## AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Al M.C. Irma Julieta González Acuña por su valiosa amistad, apoyo y tiempo brindado y dirección para la formulación de este trabajo, así como su acertada dirección, revisión y corrección de este trabajo.

Al Ing. Héctor Frías Ureña por su apoyo, su tiempo brindado y orientación en la realización del presente trabajo.

A los Sinodales el Dr. Agustín Gallegos Rodríguez, Ing. Juan Bojorquez Martínez y el Dr. Diego González Eguiarte por sus acertadas observaciones para una mejor presentación de la saliente tesis.

Al Ing. Leocadio Mena Hernández por su constante apoyo en la orientación, para la realización del presente trabajo

A el C. Miguel Escobedo Almejo, C. Héctor León Díaz López, C.P. Pablo Ramírez Escobedo y el Ing. Ignacio Amaya Meléndez por su Apoyo incondicional en todo momento para llevar acabo este trabajo.

La Ing. Graciela Ascensión Jiménez y el Lic. Marco Antonio Díaz Castillejos, por su valioso apoyo de su tiempo en sus comentarios siempre tan acertados.

Ing. Arturo Álvarez Bravo, el Lic. Luis Fernando Cid Consuelo, por su asesoría computacional y recomendaciones en este trabajo.

Ing. Jaime Gustavo López Arriaga, por su apoyo incondicional en todas las actividades que hemos llevado acabo tanto en lo personal como en el trabajo.

A todos los compañeros de trabajo de Fundación Produce Nayarit, A.C. y alrededores que me han visto nacer en el desarrollo de mis conocimientos, y sus contribuciones.

De igual manera Al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, así como a todos mis maestros por sus enseñanzas y su asistencia para crecer ante su eminente educación, preparación y profesión que me brindaron.

A todos los que de una manera u otra contribuyeron en mi desarrollo profesional y de mi vida personal, a mis amigos (y enemigos si es que los tengo) que han compartido conmigo un tiempo de su vida, les agradezco sus contribuciones para lograr lo que soy, una persona llena de felicidad y gozo por la vida. A todas las personas que cito y las que se me hayan pasado mencionar

... A TODOS USTEDES GRACIAS.

**¡LA VIDA PAGA POR RESULTADOS NO POR ESFUERZO!**

*Anonimo*

# AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

 <p><b>inifap</b> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias</p>	<p><b>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTAL, AGRÍCOLA Y PECUARIO</b></p>
--	---

 <p><b>Gobierno del Estado</b> SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Desarrollo Científico y Tecnológico <b>COCYTEH</b> NAYARIT 1998 - 2003</p>	<p><b>CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE GOBIERNO DEL ESTADO DE NAYARIT</b></p>
---	--

 <p>FUNDACIÓN PRODUCE NAYARIT A.C.</p>	<p><b>FUNDACIÓN PRODUCE NAYARIT, A.C.</b></p>
--	---

	<p><b>CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA</b></p>
---	--

**LES AGRADEZCO ENORMEMENTE A TODAS LAS INSTITUCIÓN POR SU APOYO Y CONTRIBUCIÓN TANTO MORAL COMO ECONÓMICA ASÍ COMO LA FORMACIÓN PERSONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIATURA Y PODER CONTRIBUIR EN LA PROBLEMÁTICA DEL ESTADO DE NAYARIT**

# RECURSOS CLIMÁTICOS Y TOPOGRÁFICOS, Y SU RELACIÓN CON EL SECTOR AGRICOLA EN EL MUNICIPIO DE TEPIC, NAYARIT.

## CONTENIDO

<b>Contenido.....</b>	<b>I</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>III</b>
<b>Índice de Imágenes.....</b>	<b>III</b>
<b>Índice de Cuadros.....</b>	<b>IV</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>V</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>III. HIPÓTESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>IV. MARCO TEÓRICO O REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
<b>4.1. Importancia de la caracterización de los recursos naturales.....</b>	<b>4</b>
<b>4.2. Relación de los factores ambientales con el sector agrícola.....</b>	<b>5</b>
<b>4.2.1. Clima.....</b>	<b>5</b>
<b>4.2.1.1. Temperatura.....</b>	<b>6</b>
<b>4.2.1.2. Precipitación.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2.1.3. Evaporación.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2.1.4. Influencia de la temperatura y precipitación en ambientes climáticos.....</b>	<b>8</b>
<b>4.2.2. Topografía.....</b>	<b>9</b>
<b>4.2.2.1. Altitud.....</b>	<b>9</b>
<b>4.2.2.2. Pendiente del suelo.....</b>	<b>9</b>
<b>4.3. Estudios realizados sobre caracterizaciones de recursos o factores naturales.....</b>	<b>10</b>
<b>4.4. Características del sector agrícola en el municipio de Tepic.....</b>	<b>11</b>

<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>5.1. Área de estudio.....</b>	<b>12</b>
<b>5.2. Digitalización.....</b>	<b>12</b>
<b>5.3. Especies vegetales en estudio.....</b>	<b>14</b>
<b>5.4. Base de datos del medio físico.....</b>	<b>14</b>
<b>5.5. Base de datos de requerimiento agroecológicos de las         especies vegetales.....</b>	<b>17</b>
<b>5.6 Caracterización de recursos climáticos.....</b>	<b>19</b>
<b>5.6.1. Obtención y procesamiento de datos climáticos.....</b>	<b>19</b>
<b>5.6.2. Matriz e interpolación de datos climáticos.....</b>	<b>19</b>
<b>5.6.3. Generación de cartografía climática.....</b>	<b>20</b>
<b>5.6.4. Caracterización de recursos topográficos.....</b>	<b>20</b>
<b>5.6.5. Interpretación de la información.....</b>	<b>20</b>
<b>5.6.6. Diagnóstico climático.....</b>	<b>21</b>
<b>5.6.7. Precipitación.....</b>	<b>22</b>
<b>5.6.8. Sistema de información geográfico.....</b>	<b>23</b>
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>24</b>
<b>6.1. Diagnóstico climático.....</b>	<b>24</b>
<b>6.1.1. Temperatura mínima.....</b>	<b>24</b>
<b>6.1.2. Temperatura máxima .....</b>	<b>26</b>
<b>6.1.3. Temperatura media anual.....</b>	<b>26</b>
<b>6.1.4. Precipitación.....</b>	<b>30</b>
<b>6.1.5. Evaporación e índice de la precipitación sobre la                 evaporación (P/E).....</b>	<b>30</b>
<b>6.2. Diagnóstico topográfico.....</b>	<b>33</b>
<b>6.2.1. Altitud.....</b>	<b>33</b>

6.2.2. Pendiente del terreno.....	35
6.3. Potencialidades de cultivos.....	37
6.3.1 Maíz.....	37
6.3.2 Mango.....	39
6.3.3 Caña de Azúcar.....	42
VII. CONCLUSIONES.....	44
VIII. RECOMENDACIONES .....	46
IX. REVISION DE LITERATURA.....	52
X.- ANEXOS.....	47
Anexo 1. Representación esquemática de la caracterización y descripción de requerimientos de agroecológicos para caña de azúcar.....	47
Anexo 2. Representación esquemática de la caracterización y descripción de requerimientos de agroecológicos para mango.....	48
Anexo 3. Representación esquemática de la caracterización y descripción de requerimientos de agroecológicos para maíz.....	49
Anexo 4. Estaciones climatológicas.....	50
Anexo 5. Las características de los tres grupos de productores cañeros.....	51

#### INDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Fases metodológicas.....	15
Figura A. Integración y operación de la base de datos del medio Físico en un Sistema de Información Geográfica (SIG).....	16
Figura 2. Representación esquemática de la caracterización y descripción de requerimientos de agroecológicos para maíz.....	18

<b>Mapa 1.</b>	<b>Situación geográfica del área de estudio.....</b>	<b>13</b>
<b>Mapa 2.</b>	<b>Temperatura mínima media anual.....</b>	<b>25</b>
<b>Mapa 3.</b>	<b>Temperatura máxima media anual .....</b>	<b>28</b>
<b>Mapa 4.</b>	<b>Temperatura media anual.....</b>	<b>29</b>
<b>Mapa 5.</b>	<b>Precipitación anual .....</b>	<b>31</b>
<b>Mapa 6.</b>	<b>Evaporación Anual.....</b>	<b>32</b>
<b>Mapa 7.</b>	<b>Altitud .....</b>	<b>34</b>
<b>Mapa 8.</b>	<b>Pendiente del suelo.....</b>	<b>36</b>
<b>Mapa 9.</b>	<b>Áreas con potencial productivo para maíz.....</b>	<b>38</b>
<b>Mapa 10.</b>	<b>Áreas con potencial productivo para Mango.....</b>	<b>41</b>
<b>Mapa 11.</b>	<b>Áreas con potencial productivo para Caña de Azúcar.....</b>	<b>43</b>

#### **INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro 1.-</b>	<b>Superficie sembrada, volumen y valor de la producción agrícola por especie vegetal en estudio. Año agrícola 2001/02.....</b>	<b>14</b>
<b>Cuadro 1.</b>	<b>Valores mensuales y anuales de las temperaturas mínima, máxima y media en el municipio de Tepic.....</b>	<b>21</b>
<b>Cuadro 2.</b>	<b>Valores extremos mensuales y anuales (mm) de la precipitación y evaporación en el municipio de Tepic, Nayarit.....</b>	<b>22</b>

## **RESUMEN**

En el Municipio de Tepic, Nayarit, México, la agricultura bajo condiciones de temporal, tiene riesgos que impactan los rendimientos a la baja. Además de que los productores por lo general los productores llevan a cabo sus labores de una forma empírica.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la influencia de las condiciones climáticas y topográficas y su relación con las actividades agrícolas de tal manera, que sea una herramienta para la toma de decisiones y la planeación en las actividades agrícolas del área de estudio.

Se cuenta con una superficie total de 164,877 hectáreas de las cuales el 29% (48,827 hectáreas) se dedican a la agricultura, de éstas el 88 % es temporal y el 12 % de riego. Tal situación provoca que los rendimientos dependan de las condiciones en que se presenta, tanto el volumen como la distribución de lluvia.

La metodología fue desarrollada por el por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de la Región Pacifico Centro en el Estado de Nayarit, dentro del proyecto denominado "Determinación del Potencial Productivo de los 20 Municipios del Estado de Nayarit, con apoyo económico de la Fundación Produce Nayarit, A.C.

La determinación de las áreas potenciales para el desarrollo de cultivos tradicionales o de alternativa, se logró a través de un Sistema de Información Geográfico que fue posible obtener información de la caracterización de los factores ambientales del clima y suelo.

Los resultados obtenidos indican que las condiciones climáticas que prevalecen en el municipio de Tepic son un fortalecimiento para la biodiversidad, especialmente favorable para la agricultura de temporal; Topográficamente se identificó un mosaico de gradientes: Altitudes de 0 a 2,400 msnm, y pendientes de < 2 a > 30%.

En referencia a los recursos climáticos y topográficos y su relación con el sector agrícola, incluye ocho mapas alusivos al área de estudio que comprende la ubicación del municipio de Tepic y sus características fundamentales, que son la temperatura mínima, media y máxima, precipitación y evaporación, altitud y pendiente del suelo.

Además de tres mapas que ilustran el potencial óptimo que para los cultivos de maíz, que tiene 16,122 has y en caña de azúcar con un potencial de 15,319 has y para el caso del frutal de mango, cuenta con un subóptimo de potencial de 29,432 has. Tres diagramas de la operatividad en la conjunción para la generación de la información y datos que ilustran el comportamiento de los años sobre el comportamiento de temperaturas, evaporación y precipitación.

El Municipio cuenta con 48,827 hectáreas establecidas para el desarrollo de la agricultura, sin embargo el potencial determinado por el presente estudio nos indica que sobre los cultivos estudiados se cuenta con una disponibilidad de 89,073 hectáreas con posibilidad de éxito.

La información generada, constituye una herramienta para la implementación de estrategias, tomando en cuenta el aprovechamiento de la información presente para el reordenamiento del uso del suelo y en su caso la reconversión productiva, buscando el mayor beneficio de los productores nayaritas tanto económicamente y ecológicas.

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**

**División de Ciencias Agronómicas**



**Recursos climáticos y topográficos y su relación con el  
sector agrícola del municipio de Tepic, Nayarit.**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTA:**

**JUAN MEJÍA MARTÍNEZ**

**Zapopan, Jalisco, 01 de Diciembre de 2004**

## I. INTRODUCCION

En las dos últimas décadas se ha demostrado que el conocimiento de los recursos naturales de un país es indispensable para la planeación de su desarrollo, sobre todo para naciones que han desarrollado tecnología innovadora y de vanguardia, caracterizando una visión de desarrollo en cuanto a su crecimiento demográfico y su población subalimentada (Zarate *et al.*, 1993).

En México, han elaborado programas gubernamentales en los cuales poseen esencial aplicación de estudios agroclimáticos para el uso eficiente y sustentable de los recursos naturales. Dentro de los programas diseñados se cita el de microcuencas o zonas geográficas delimitadas por fisiografía y clima (Maserá *et al.*, 2000). En la actualidad, una planeación estratégica similar está siendo aplicada en la producción de cultivos de temporal (González *et al.*, 2002).

La agricultura de temporal es una actividad que tiene grandes riesgos, con el desarrollo completo de la planta y los rendimientos obtenidos en el cultivo, por que dependen de las condiciones ambientales. Así, el clima y el suelo son factores que imponen limitantes a las actividades productivas.

En Nayarit, una de las actividades productivas más importantes es la agricultura de temporal, que se desarrolla en diversos climas y topografía, en consecuencia tiene variaciones para la producción de cultivos. En el sector agrícola, el Municipio de Tepic es estratégico para el desarrollo económico de la entidad. De 20 municipios, concentra el 18% del potencial de desarrollo agrícola de temporal en el Estado; además agrupa el 33.2% de la población estatal con 305,025 habitantes (INEGI, 2000). Al igual que el resto de los municipios, Tepic enfrenta el reto de lograr un alto nivel productivo mediante el uso eficiente y sinérgico de los recursos naturales.

El uso de los sistemas de información geográfica (SIG) es una herramienta fundamental para el desarrollo metodológico, debido a que permite de manera práctica y eficiente el manejo de gran cantidad de datos; el análisis de las variables independientes e interactuadas y la generación de cartografía automáticamente. Así, se obtendrán los conocimientos que permitan identificar las fortalezas y debilidades de los recursos climáticos y topográficos para que posteriormente pueda planearse estrategias de manejo sustentable en la producción de cultivos de caña de azúcar, maíz y mango.

## **II. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

**2.1** Describir y caracterizar las variables climáticas y topográficas para determinar el uso y manejo agrícola del suelo en el municipio de Tepic, Nayarit, generando un sistema de información geográfico que permita analizar y consultar la información caracterizada.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

**2.2.1.** Determinar las características climáticas del municipio como son; temperatura, precipitación y evaporación y su distribución espacial.

**2.2.2.** Comprobar los factores de altitud y pendiente con relación a su distribución territorial en el área de estudio.

**2.2.3.** Generar un sistema de información geográfico sobre una base de datos con información georeferenciada mediante las variables climáticas y topográficas determinadas.

## **III. HIPÓTESIS**

**3.1.** La caracterización de las variables climáticas y topográficas en el municipio de Tepic, Nayarit, permiten adaptar y proponer el manejo de especies más convenientes mediante una agricultura de planeación sustentable del sector agrícola.

**3.2.** El uso de los Sistemas de Información Geográfica permite identificar y delimitar áreas con alto potencial productivo para especies agrícolas.

## **IV. MARCO TEÓRICO O REVISIÓN DE LITERATURA**

Dentro de los diversos programas de desarrollo agrícola que se han llevado a cabo, requieren para su funcionalidad de la planeación y realización de un análisis, síntesis de temas y estudios sobre una zona de importancia, teniendo en cuenta la relevancia de sus acciones productivas, iniciando a partir de la definición de las variables climáticas y topográficas para determinar las características de los recursos naturales de la región de interés (González *et al.*, 2002).

### **4.1. Importancia de la caracterización de los recursos naturales**

Es importante el conocimiento de factores del sistema natural, que constituyen los eslabones que integran y rigen su funcionamiento. Su diagnóstico permitirá encontrar mejores soluciones a la problemática del uso, desarrollo y conservación del sistema natural como bases del sustento, asentamiento y disfrute humano (Cervantes, 1979; Jáuregui, 1979; Ruiz, 1998; González *et al.*, 2002).

Uno de los instrumentos más viables para la solución de los conflictos derivados del uso del suelo en las actividades productivas es el ordenamiento territorial por su carácter holístico, científico, técnico y con estructura política (FAO, 2003). El propósito fundamental del ordenamiento y planificación del espacio es que cada área deba de ser usada de tal forma que provén el máximo beneficio social, sin producir una degradación de los recursos involucrados. La caracterización de los recursos naturales o factores ambientales es parte esencial para planeación y la toma de decisiones acertadas (Kohafkan, 1996; FAO, 2003).

En México, la problemática ambiental y el ordenamiento territorial se abordan desde un marco jurídico a través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, emitida en 1988. En ella se habla de la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a partir del análisis de las tendencias de deterioro y de las potencialidades de aprovechamiento en cualquier sector productivo.

La sustentabilidad aplicada a la agricultura se refiere a la capacidad de un sistema de mantener la productividad aún cuando sea sometido a perturbaciones (Conway, 1994), incluye el mejoramiento y conservación del suelo con practicas de manejo que reduzcan costos, satisfacción de las necesidades humanas, la viabilidad económica, la aceptabilidad social en cuanto a equidad y mejora de la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad, la minimización de impactos, protección y mejoramiento del ambiente, sobre todo de los recursos naturales de los cuales depende la agricultura, la durabilidad del sistema en el largo plazo en lugar de la rentabilidad en el corto plazo (Altieri, 1994; Conway, 1994; Masera *et al.*, 2000).

Los niveles de sustentabilidad de un determinado recurso varían de acuerdo a la calidad y cantidad del conocimiento que se tenga del mismo y del modo de evaluar los fenómenos exógenos que lo afectan (FAO, 2002; Flores, 2002).

## **4.2. Relación de los factores ambientales con el sector agrícola**

El clima y el suelo imponen restricciones a las actividades productivas. Entre las variables que pueden identificarse como factores limitantes, para el desarrollo del sector agrícola son: Temperatura, precipitación, evaporación y los índices tales como la humedad, altitud, pendiente, profundidad del suelo, aireación del suelo, el contenido de sales, nutrientes y pH, entre otros (Cervantes, 1979; Gómez *et al.*, 1979; González *et al.*, 2002).

### **4.2.1. Clima**

La diversidad climática está definida por la interacción de factores como latitud, altitud, distribución de tierras, cuerpos de agua, relieve y otros (Critchfiel, 1985; García, 1988). El clima es un factor importante para establecer la distribución y adaptación de las plantas, por tanto existen puntos críticos en valores mínimos y máximos, fuera de los cuales se producen alteraciones fisiológicas que dañan al

cultivo y su rendimiento (Griffiths, 1985). Geográficamente, los elementos climáticos vinculados a las actividades agrícolas son la temperatura, precipitación y evaporación (Romero y De León, 2002).

#### **4.2.1.1. Temperatura**

La temperatura se describe como una expresión de la energía calorífica que emite el sol (Patrick, 1987). En función de este elemento climático se encuentra la adaptabilidad de los cultivos. El rango de adaptación de cada especie vegetal obedece a niveles críticos de temperaturas atmosféricas denominadas a) Temperatura mínima, que es la condición más baja a la que la planta crece, b) temperatura óptima, condición en la que la planta presenta un muy adecuado crecimiento y desarrollo, y c) Temperatura máxima, que se define como el valor más alto al que la planta crece (Griffiths, 1985).

La temperatura afecta procesos fisiológicos en el crecimiento y desarrollo de las plantas; en algunas especies, las temperaturas bajas estimulan la floración, otras requieren temperaturas relativamente altas para iniciar este proceso (Ortiz, 1987).

La posición geográfica del Estado no permite que se presenten temperaturas mínimas cercanas o por debajo del punto de congelamiento, a menos que descendan drásticamente por incidencia de frente frío y depresión tropical tardía (Romero y De León, 2002).

Por otro lado, la temperatura tiene efecto directo en el suelo, sobre la velocidad de reacciones químicas, descomposición de la materia orgánica y la humedad que se evapora (Patrick, 1987), por tanto influye en la reserva y aprovechamiento nutrimental. Temperaturas altas incrementan la demanda de boro y zinc, mientras que temperaturas bajas limitan la asimilación de manganeso y la movilidad del fósforo (Castellanos *et al.*, 2000). Tamhane *et al.* (1986) citan que en regiones de alta humedad relativa se reduce el transporte de calcio a los puntos de crecimiento por lo que al no estar disponible la demanda requerida, se afecta la calidad de frutos.

#### **4.2.1.2. Precipitación**

Es la principal fuente de abastecimiento de agua en áreas de temporal, así que también se establecen rangos óptimos que permiten a los cultivos un desarrollo sano (Griffiths, 1985; Benacchio, 1982). Las lluvias de intensidad moderada son de mayor efectividad para los cultivos ya que penetran en los terrenos, en cambio las lluvias ligeras se pierden fácilmente por evaporación debido a que apenas mojan el suelo (Ortiz, 1987). En contraste, las precipitaciones abundantes saturan el suelo y provocan encharcamientos o escurrimientos que causan erosión, lixiviación de nutrimentos principalmente en suelos de textura gruesa, desnitrificación por el mal drenaje de los suelos y marchitamiento de la planta por falta de aireación (Castellanos y Peña, 1990; Castellanos *et al.*, 2000).

#### **4.2.1.3. Evaporación**

La evaporación es la incorporación a la atmósfera de agua en forma de vapor, por tanto, la temperatura influye directamente en su magnitud (Ortiz, 1987). Si la atmósfera se encuentra saturada de humedad, la evaporación se reduce casi a cero debido a que no se dan las condiciones para que se rompa la tensión del vapor existente en la atmósfera, caso contrario, se evaporaría más de lo que llueve. Debido a esto tanto la evaporación como la precipitación, influye en la disponibilidad de la humedad del suelo para el desarrollo de cultivos (Turrent, 1981; Romero y De León, 2002), por lo que puede ser un factor limitante en la producción de cultivos. No importaría la cantidad de lluvia si el proceso de evaporación no permite el límite mínimo de humedad para una óptima producción. De esta forma una relación de la precipitación respecto a la evaporación puede proporcionar parámetros comparativos para aptitudes productivas (Turrent, 1981). Por otro lado, la profundidad del suelo es relevante ya que puede llover más de lo que se evapora, pero en suelos delgados con poca profundidad se producirían respuestas negativas del cultivo por problemas de anegamiento (González y Turrent, 1991).

#### 4.2.1.4. Influencia de la temperatura y precipitación en ambientes climáticos

La estratificación de ambientes permite identificar áreas relativamente homogéneas; así, la temperatura y la precipitación definen ambientes climáticos. Las zonificaciones más comunes son tres: 1) Las que agrupan regiones tropicales, subtropicales o templadas (FAO, 1981; Medina *et al.*, 1998), valorando la intensidad de los inviernos a través de los niveles de temperatura del mes más frío; 2) Las que estratifican ambientes de acuerdo a la disponibilidad de humedad: Árido, semiárido, subhúmedo y húmedo (Troll, 1965; Ruiz y Medina, 1998); y 3) Las que valoran la intensidad anual de la temperatura para identificar zonas frías, templadas, semicálidas, cálidas y muy cálidas (García, 1988; FAO, 1981).

En la agrupación por regiones, el ambiente tropical se asocia con zonas libre de heladas durante todo el año, por lo que los 12 meses presentan temperatura media mensual mayor de 18° C. El subtropical representa áreas con periodos de enfriamiento, esperándose uno o varios días con helada; esto es, por lo menos un mes con temperatura menor de 18° C y mayor de 5° C. En el templado, corresponden áreas con frío más intenso, con temperaturas menores de 5° C por lo menos en un mes (FAO, 1981; Medina *et al.*, 1998).

Por disponibilidad de la humedad, significa más de seis meses con precipitación; Subhúmedo, se obtiene cuando el periodo de lluvias varía entre 120 y 209 días; Semiárido, de uno a tres meses; en tanto que Árido, menos de un mes, condiciona a las áreas de muy baja o nula disponibilidad de humedad, de manera que los suelos prácticamente no soportan ningún tipo de vegetación cultivada rentable (Troll, 1965; Ruiz y Medina, 1998).

Por categorías térmicas, en las muy cálidas y cálidas no existe invierno definido, pero las primeras representan condiciones calurosas durante todo el año, con temperaturas medias anuales mayores de 26° C; en tanto que en las segundas se caracterizan por temperaturas de 22 a 26° C. El semicálido se relaciona con inviernos relativamente definidos, no rigurosos, con temperaturas media anual de

18 a 22° C. El templado, registra temperaturas de 5 a 18° C, y se pueden llegar a presentar heladas severas. En contraste, la categoría de frío se da a temperaturas menores de 5° C, y limita la presencia de vegetación (García, 1988).

#### **4.2.2. Topografía**

La topografía modifica el desarrollo del perfil del suelo a causa de la precipitación, erosión y por el movimiento de los materiales en suspensión de un área a otra (Ortiz, 1973). Influye en el abastecimiento de humedad aprovechable para el desarrollo de las plantas, en las condiciones de drenaje interno y externo, en la facilidad o dificultad para las prácticas de laboreo (Ortiz, 1987). Estas razones permiten considerar que los aspectos topográficos sean determinantes para establecer el valor agrícola de los terrenos (Ortiz, 1973).

##### **4.2.2.1. Altitud**

Con la altitud, varía la temperatura y las características de los suelos, por tanto, de ella depende la adaptación de diferentes cultivos de una misma especie (Benacchio, 1982; Duchaufour, 1984). Los cambios de temperatura son relativamente comparables a los de latitud. Esta es una de las razones por las que la altitud permite una verdadera zonificación de la temperatura (Ortiz, 1987). El suelo modifica el tipo de vegetación; elevaciones altas se asocian con áreas de bosques; en contraste, las planicies llegan a ser suelos aluviales, fértiles, apropiados para el desarrollo de la agricultura (Duchaufour, 1984).

##### **4.2.2.2. Pendiente del suelo**

La pendiente del suelo podría influir de diferentes maneras en la productividad de los cultivos. Influye sobre el drenaje, escorrentía, erosión, exposición y accesibilidad de los terrenos (Ortiz, 1987), es por tanto importante su relación con la fertilidad del suelo debido a que en pendientes pronunciadas el suelo superficial, que es el que contiene humus, es removido en mayor velocidad y

cantidad causando menor contenido de materia orgánica y abatimiento nutrimental (Castellanos *et al.*, 2000).

Por otro lado, la pendiente puede facilitar o imposibilitar el acceso de maquinaria a las labores agrícolas, lo cual contribuye a determinar el valor económico de un terreno (Ortiz, 1973).

Está definido que la erosión es un proceso de intemperización, desintegración o remoción física del suelo ocasionada por agentes atmosféricos (Ortiz, 1973); no obstante, se documenta también que la pendiente del suelo fomenta la magnitud de la erosión (FAO, 1981; Ortiz, 1987).

#### **4.3. Estudios realizados sobre caracterizaciones de recursos o factores naturales**

En Nayarit se han realizado diversos estudios con diferentes niveles de precisión, factores de estratificación y metodologías de clasificación, tales como Regionalización en provincias agronómicas de cultivos (González *et al.*, 1993; González y Turrent, 1991), Diagnóstico agroecológico de áreas cañeras y Caracterización edáfica de 17 Ejidos (González *et al.*, 1997), Potencialidades productivas de cultivos por municipio (González *et al.*, 1999), Sistema municipal ejidal y parcelario de información ambiental en Compostela (González *et al.*, 2002), Levantamientos de suelos de la reserva ecológica Sierra de San Juan (Bojórquez, 1995), Evaluación de tierras del municipio de Tuxpan (Bojórquez, 1999), Levantamiento de cobertura del terreno y uso del suelo en la costa sur (Nájera *et al.*, 2002).

#### **4.4. Características del sector agrícola en el municipio de Tepic.**

El municipio de Tepic, tiene una superficie agrícola de 48,827 hectáreas, de las cuales 88% se destina a la producción en temporal y el resto con riego. Los cultivos principales son caña de azúcar en 32.6 % de la superficie y maíz en 13 %. En cultivos hortícolas, se siembran chile, jitomate, jícama y cacahuete en 2.54 % del área. Mientras que en frutales, mango (5.31 %) es la especie más importante, seguida por huertos de aguacate (1.7 %) y ciruela mexicana (1.19 %) (SAGARPA 2000), y el 43.66 % corresponde a zonas cerriles, cuerpos de agua y zonas urbanas que conforma la superficie total del municipio. La región tiene potencial productivo, pero el rendimiento obtenido dista de ser altamente rentable debido principalmente a manejo agronómico y riesgo de factores ambientales.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Área de estudio**

El área de estudio corresponde al municipio de Tepic, con una superficie de 164,877 hectáreas, se ubica en la parte central del Estado, y pertenece al Distrito de Desarrollo Rural Tepic. La localización geográfica de este municipio se presenta en el Mapa 1, donde se aprecia que sus coordenadas extremas son: 104° 33' 34" y 105° 06' 00" de longitud oeste 21° 52' 55" y 21° 21' 49" de latitud norte, limitando al norte con los municipios de Santiago Ixcuintla y El Nayar, al este con los municipios de El Nayar y Santa María del Oro, al sur con los municipios de Xalisco y Santa María del Oro, y al oeste con el municipio de San Blas.

### **5.2. Digitalización**

Se realizó mediante el programa de computo ARC-INFO V 8.0 (ESRI, 1996). Para reconocer los límites del municipio se utilizó la carta de la Síntesis Geográfica del Estado de Nayarit, escala 1:500,000, reportada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1974). Para la edición y digitalización de cartográfica de poblados, vías de comunicación y cuerpos de agua, entre otros, a partir de mapas topográficos escala 1:50,000 (INEGI, 1974).



### 5.3. Especies vegetales en estudio

Las especies vegetales que se consideraron son Caña de Azúcar, Maíz y Mango por la prioridad e importancia del municipio, así como concertadas con las cadenas producto y su importancia en el Estado descritas en el Cuadro 1 en donde se describe las hectáreas, volúmenes y su valor de la producción.

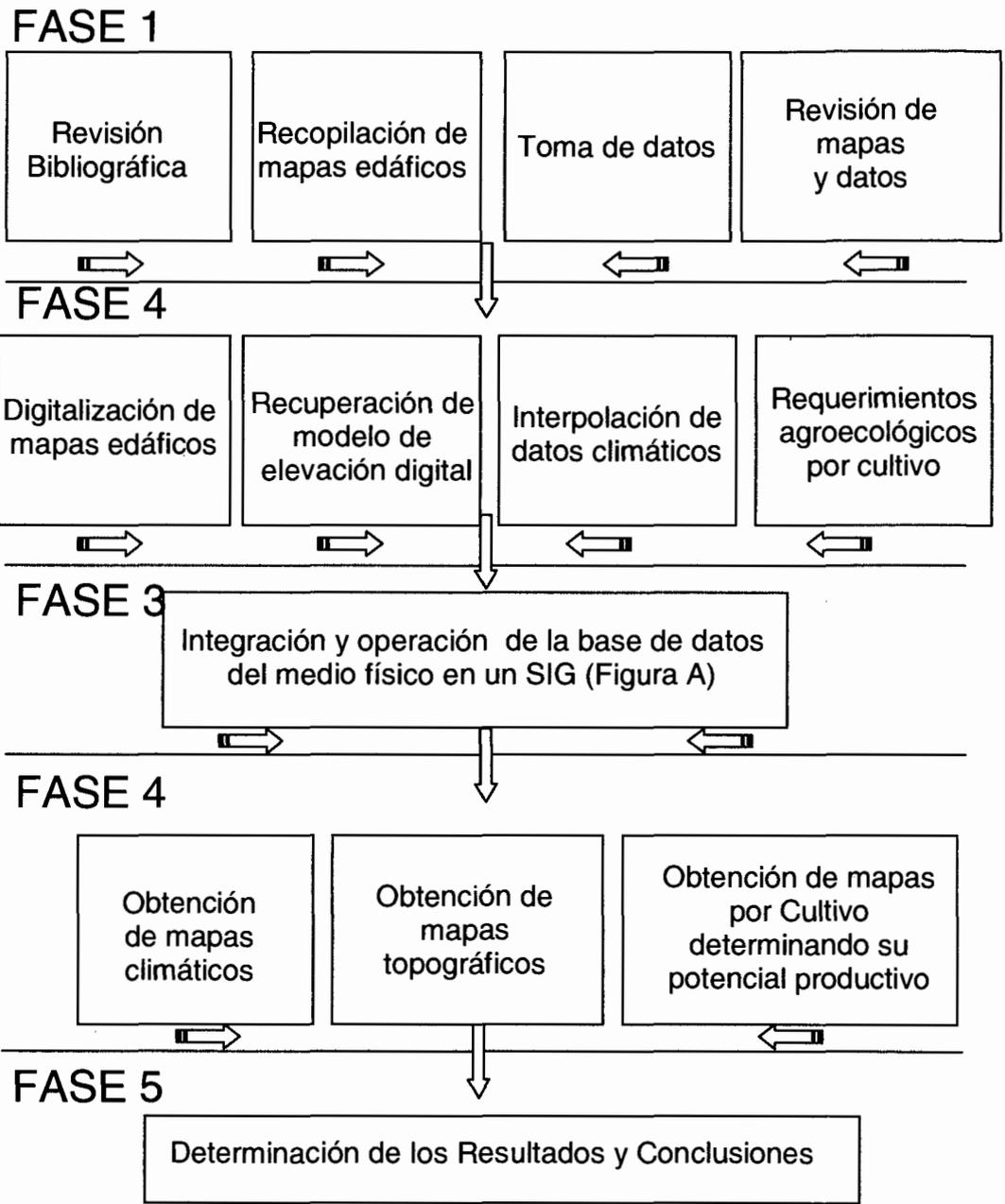
Cuadro 1. Superficie sembrada, volumen y valor de la producción agrícola por especie vegetal en estudio. Año Agrícola 2001/02 (INEGI 2004).

Cultivo	Superficie Sembrada Estatal (has)	Superficie Sembrada Tepic (has)	Volumen Estatal (Ton)	Volumen Mpio. de Tepic (Ton)	Valor Estatal (Miles de Pesos)	Valor Mpio. de Tepic (Miles de Pesos)
Caña de Azúcar	27,505	8,039	2,075,201	541,915	688,048	174,284
Maíz	49,486	2,262	198,327	2,513	293,228	3,748
Mango	20,517	2,076	306,018	27,612	346,592	40,547
<b>TOTAL</b>	<b>97,508</b>	<b>12,377</b>	<b>2'579,546</b>	<b>572,040</b>	<b>1'327,868</b>	<b>218,579</b>

### 5.4. Base de datos del medio físico

En el proceso de diagnóstico de áreas potenciales para cultivos se utilizó la base de datos del medio físico del INIFAP para el Estado de Nayarit (Ruiz, 1998). La metodología mediante la cual se generó dicha base de datos, que se describe gráficamente sus fases metodológicas en la Figura 1.

La base de datos está integrada por tres componentes: clima, suelo y topografía. En cuanto a clima, consta de mapas mensuales promedio de temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación y evaporación, los cuales se obtuvieron a través de procesos de interpolación de datos climáticos normales actualizados a 1990 (CNA, 1991; Villa 1990) de las estaciones meteorológicas del Estado. En total se consideraron 18 estaciones con datos de 20 años de información, mismas que se citan en Anexo 4.



**FIGURA 1. FASES METODOLOGICAS**

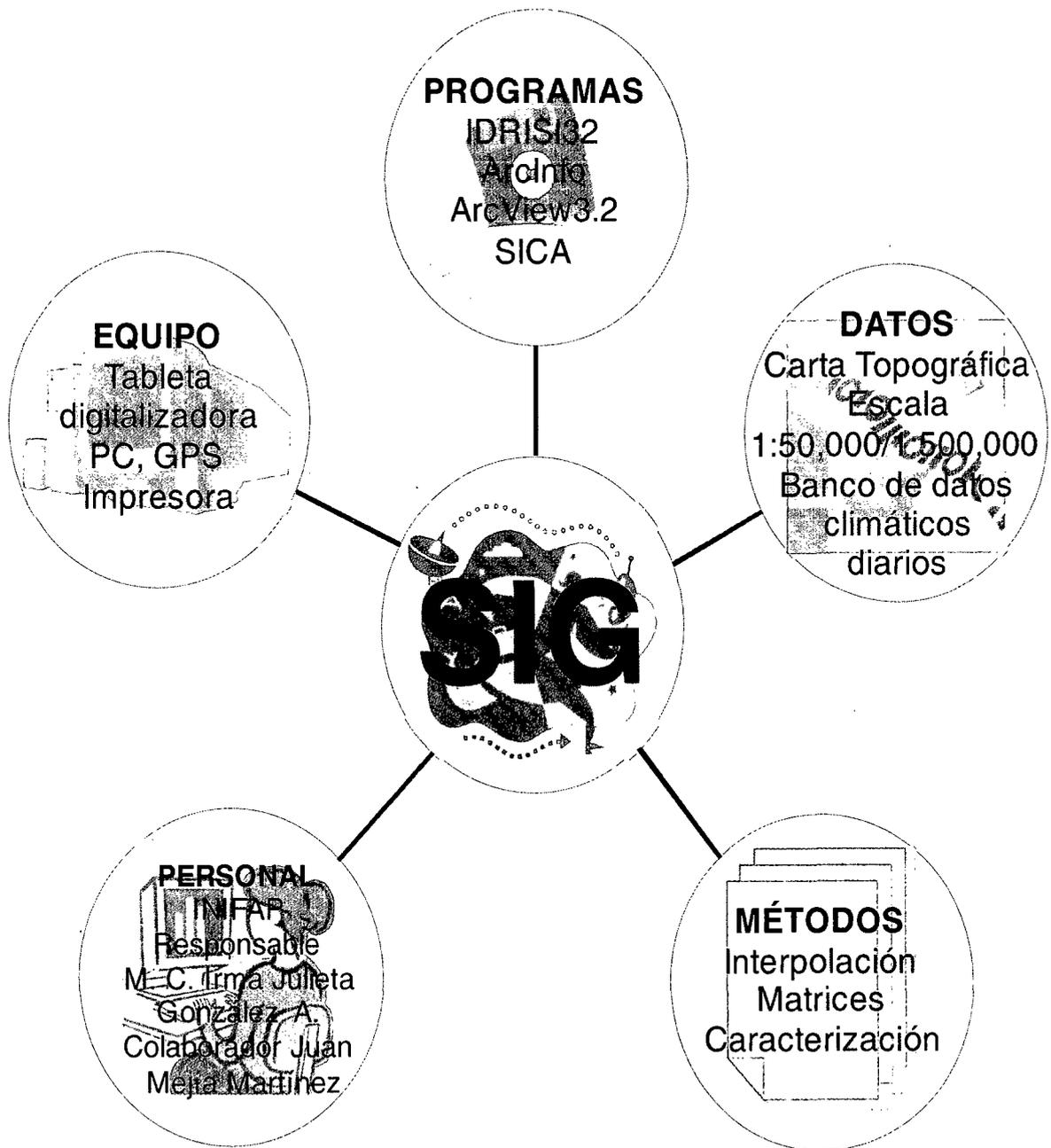


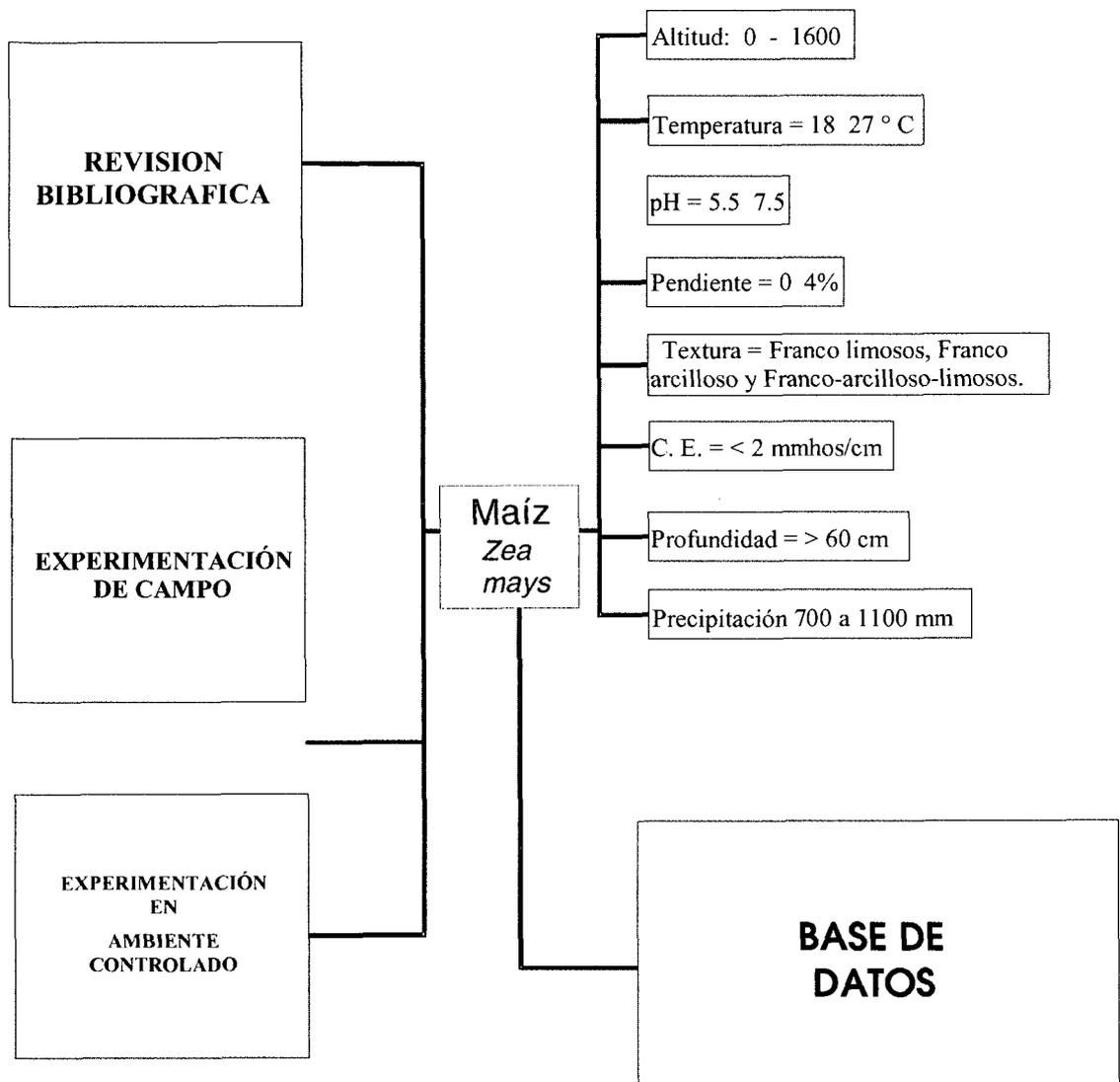
Figura A. Integración y operación de la base de datos del medio físico en un Sistema de Información Geográfica (SIG)

Con relación al suelo, la base contiene mapas semidetallados de las variables físicas, químicas y áreas ni utilizables tales como cuerpos de agua, suelos litosos y ciudades; las cuales se obtuvieron mediante digitalización de las cartas edáficas del Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática (INEGI, 1974). Con relación a la topografía, las variables altitud y pendiente fueron obtenidas a partir del modelo de elevación digital del INEGI.

### **5.5. Base de datos de requerimiento agroecológico por especie vegetal.**

Las necesidades o requerimiento de los cultivos normales se describen por rangos y suelen reportarse por especie e incluso por genotipo. En la Figura 2 se describe los requerimientos de clima, suelo y topografía para el cultivo de maíz. Según los intervalos que se consideren, será el resultado del diagnóstico; entonces, se toman en cuenta los valores óptimos, las áreas potenciales resultantes supondrán la obtención de altos rendimientos y rentabilidad para el cultivo.

La relación de los recursos climáticos y topográficos con el sector agrícola determina el potencial productivo de especies vegetales que consiste en identificar áreas en las que se cubran los requerimientos por parte de los cultivos; es decir, definir los ambientes adecuados para los cultivos adecuados (Pereira, 1982). El procedimiento radica en cotejar las disponibilidades agrícolas del municipio. La selección de áreas se realiza mediante sobre posición y álgebra de mapas, realizados a través de Sistemas de información geográfica SIG IDRISI 32 (Eastman, 1999).



**FIGURA 2. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS PARA MAÍZ.**

## **5.6. Caracterización de recursos climáticos**

### **5.6.1. Obtención y procesamiento de datos climáticos**

Se trabajó con datos diarios de temperatura máxima y mínima, precipitación y evaporación, en el periodo 1970-1996, provenientes de 18 estaciones meteorológicas del municipio y estaciones aledañas. Se realizó un análisis de datos mediante matrices mensuales de las variables climáticas en SICA 25, para identificar información faltante y datos erróneos. Los datos faltantes se estimaron mediante promedios de series históricas y correlaciones.

### **5.6.2. Matriz e interpolación de datos climáticos**

Se creó una matriz de datos estimando valores medios mensuales de cada parámetro de clima, asociados a la ubicación geográfica y altitud de la estación meteorológica, la cual se utilizó posteriormente en procesos de interpolación para estimar valores en los píxeles faltantes.

La interpolación consistió en considerar los valores de las cinco estaciones más cercanas al punto que se deseaba interpolar y correlacionarlos mediante el modelo matemático del inverso de la distancia al cuadrado (Medina *et al.*, 1998). Para que se procese la interpolación es fundamental incluir en el programa, el modelo de elevación digital que contiene datos de altitud, y que anteriormente ya fueron recuperados por el INIFAP de información comercializada por el INEGI. Así, para cada valor de altitud, denominado también píxel, la interpolación genera un valor de temperatura máxima, mínima, precipitación y evaporación. La información obtenida de esta manera se expresa geográficamente dentro de un cuadrante, en el cual está contenida el área de estudio. Se interpoló con una resolución de 360 X 360 m, es decir a 12.96 hectáreas de píxel.

### **5.6.3. Generación de cartografía climática**

Los modelos o cuadrantes obtenidos en la interpolación, con la información a píxel (360 X 360 m) de cada variable, se importaron al SIG IDRISI 32 (Eastman, 1999), donde se recortaron con la imagen del municipio para generar la cartografía requerida. La reclasificación y álgebra de mapas permitió estimar la temperatura media, el valor anual de las variables, índice P/E y áreas relativamente homogéneas.

### **5.6.4. Caracterización de recursos topográficos**

Se realizó a partir de modelos digitales elevación y pendiente disponibles en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Pecuarias y Forestales (INIFAP), recuperados a partir de información del INEGI. El procedimiento consistió en juntar a resolución de 360 X 360 m, las imágenes de los grados que representan el área de estudio, los cuales se unieron mediante el sistema geográfico IDRISI 32. Con la cobertura municipal se separó la información sobre altitud y pendiente del suelo, generando la cartografía correspondiente. Se analizó su variabilidad y distribución para estratificar rangos convenientes e identificar zonas homogéneas.

### **5.6.5. Interpretación de la información**

Para la representación cartográfica y su interpretación, se reclasificaron todas las variables en estratos o zonas relativamente homogéneas. La estimación de la superficie de cada estrato se evaluó en número de celdas o píxeles, transformadas a hectáreas al multiplicarse por el valor constante 12.96, el cual representa al nivel de precisión de la interpolación (360 X 360 m).

### 5.6.6 Diagnóstico climático

Con relación al comportamiento mensual Cuadro 2. Se indica la presencia de temperatura mínima de 3.81°C hasta 38.1°C como máxima. Teniendo como media de 20.95°C.

Cuadro 2. Valores mensuales y anuales de las temperaturas mínima, máxima y media en el municipio de Tepic.

Mes	Temperatura Mínima (°C)		Temperatura Máxima (°C)		Temperatura Media (°C)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Ene	3.81	15.1	21.2	31.8	12.3	23
Feb	4	14.5	21.7	32.9	12.7	24.1
Mar	4.7	15.1	23.2	35.2	13.8	25.7
Abr	5.9	16.7	24.9	36.7	15.3	27.1
May	8.6	19.7	25.8	38.1	17.4	28.8
Jun	13.7	24.1	25.2	36.9	19.1	30.3
Jul	14.7	24.8	23.7	34.5	18.8	29.8
Ago	13.9	24.7	25.2	34.5	19	29.6
Sep	13.9	24.6	23.5	33.9	18.7	29.4
Oct	11.8	21.5	24	34.4	17.7	28.3
Nov	7.6	17.9	22.9	32.4	15.5	25.5
Dic	5.6	16.7	21.2	32.1	13.8	24.2
<b>Anual</b>	<b>9.3</b>	<b>19.4</b>	<b>23.3</b>	<b>34.5</b>	<b>16.01</b>	<b>26.9</b>
<b>Promedio</b>	<b>14.35</b>		<b>28.9</b>		<b>21.45</b>	

### 5.6.7 Precipitación

La determinación fue en base a la recopilación de información en base a las estaciones meteorológicas del área de estudio y que en el Cuadro 3. se describe las precipitaciones y la evaporación.

Cuadro 3. Valores extremos mensuales y anuales (mm) de la precipitación y evaporación en el municipio de Tepic, Nay.

Mes	Precipitación (mm)		Evaporación (mm)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Ene	16.6	23.4	92.1	103
Feb	9.5	16.9	109	125
Mar	0.5	7.7	151.7	180.7
Abr	2.2	8.2	183.9	209.3
May	3.7	8.2	193	243
Jun	145.8	186.1	158.9	194.9
Jul	323	477.5	138.6	165
Ago	304.1	543.7	127.6	153.5
Sep	240	445.4	104.4	128.4
Oct	55	118.3	103.8	129.8
Nov	22.5	29.9	98.8	111.7
Dic	21.3	33	86.3	93.4
<b>Anual</b>	<b>1,216</b>	<b>1,822</b>	<b>1,531</b>	<b>1,762</b>
<b>Promedio</b>	<b>1,519</b>		<b>1,645.50</b>	

En relación al promedio, se observa que se evapora más de lo que llueve. Sin embargo, en el periodo de desarrollo del cultivo, no rebasa la evaporación a la precipitación, indicando que existe un balance hídrico favorable para los cultivos.

## **VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos dentro del trabajo desarrollado es la obtención de datos descriptivos; climáticos y topográficos del municipio de Tepic, con una superficie de 164,877 hectáreas, obteniendo información en formato digital e integrado en sistemas de información geográfica, que serán aplicados los conocimientos generados que serán aplicados en la implementación de estrategias agrícolas para el municipio citado.

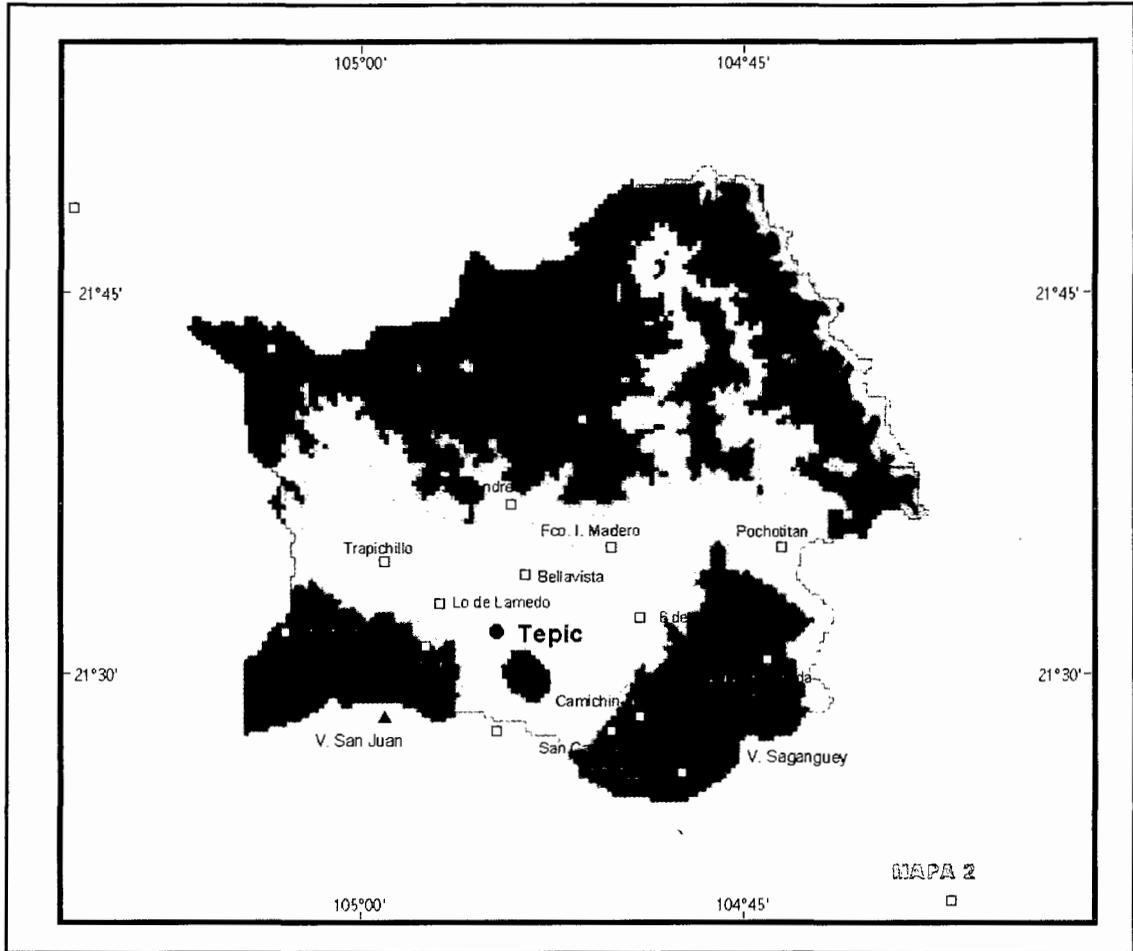
### **6.1 Diagnóstico Climático**

#### **6.1.1. Temperatura mínima**

Enero y febrero son los meses más fríos con temperaturas mínimas cercanas a 4°C. En tanto que los más cálidos son de junio a septiembre con un promedio de 24.6° C. Con relación a los valores mínimos medios anuales (Mapa 2), se apreció en el Cuadro 1 que fluctuó de 9 a 20°C. El valor mínimo anual es de 9.3° C, presente en las regiones altas a el sur y noreste del municipio. Mientras que el valor máximo, que es de 19.4° C, ocurrió principalmente al norte del municipio.

La información se podrá utilizar como referencia para definir la conveniencia de establecer cualquier cultivo según su límite térmico inferior de desarrollo. Por la ubicación geográfica de la entidad, es poco probable esperar que en el municipio incidan valores cercanos o por debajo del punto de congelación; sin embargo, las temperaturas podrían ser riesgosas para la agricultura si descienden drásticamente con la presencia de un frente frío o de una depresión tropical tardía (Romero y De León, 2002). Temperaturas muy bajas podrían ocasionar lesiones fisiológicas severas afectando rendimientos, como lo indica Griffiths (1985); en contraste, algunos frutales requieren de ellas para estimular floración como lo indica Ortiz (1987).

## TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA ANUAL



### MUNICIPIO DE TEPIC

#### ESTRATOS DE TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA ANUAL

°C	Sup. (ha)	%
8-10	181.44	0.11
10-12	1,114.56	0.68
12-14	6,207.84	3.77
14-16	26,529.12	16.09
16-18	68,130.72	41.32
18-20	55,416.96	33.61
20-22	7,296.48	4.43

**TOTAL : 164,877.12      100.00**

### SIMBOLOGÍA

- **TEPIC**
- Bellavista
- Límite municipal
- Presa
- ▲ Principales elevaciones

4   0   4 Kilómetros



Colaborador: Juan Mejía Martínez

Fuentes para su elaboración:  
Base de datos e interpolación INIFAP-CIRPAC-CESIX, (2003)  
Campo Experimental de Santiago Ixcuintla, Nayarit.

Fecha de elaboración: Septiembre, 2003

**Mapa 2. Temperatura mínima media anual.**

### **6.1.2. Temperatura máxima**

Los meses de enero y diciembre registraron el valor inferior de temperatura máxima con 21.2° C. Todos los meses presentaron temperaturas máximas superiores a 30°C, siendo mayo con el valor más alto (38.1°C), y es hasta septiembre que la temperatura comienza a descender. Dentro de los valores de temperatura máxima anual (Mapa 3), se identificó una fluctuación de 11.2° C. Los valores extremos en este caso oscilaron de 23.3 a 34.5° C. El 45.26% (74,624 ha) territorio están influenciados por temperaturas máximas anuales de 28 a 30° C.

Bajo este parámetro podrán ubicarse a las especies agropecuarias según su límite superior de adaptación, por lo que habría que tomar en cuenta que temperaturas elevadas en algunos cultivos han llegado a ocasionar calentamiento excesivo de la planta, lo cual podría traducirse en aborto de floración y bajos rendimientos (Griffiths, 1985).

### **6.1.3. Temperatura media anual**

Enero es el mes más frío con 12.3°C y junio el más cálido con 30°C. Esta información puede ser de utilidad en la planeación de control fitosanitario y diseño de sistemas para el manejo integrado de plagas y enfermedades, ya que a través de la estimación de parámetros como unidades calor, permite definir probabilidades de ocurrencia de plagas o enfermedades, como indica González *et al.*, 2002.

La temperatura media anual más característica (Mapa 4), es de 22 a 26 °C en el 76.7% del municipio, representado por alrededor de 126,386 hectáreas. Estas condiciones se relacionan con ambientes tropicales cálidos (FAO, 1981; Medina *et al.*, 1998), lo cual sugiere condiciones calurosas ya sea durante todo el año o durante un periodo del año, permitiendo que el periodo libre de heladas se extienda habitualmente a todo el año. Bajo estas condiciones, la vegetación puede desarrollarse en cualquier época, esto por supuesto, en cuanto al factor temperatura se refiere. Los cultivos que se adaptan con alto potencial de

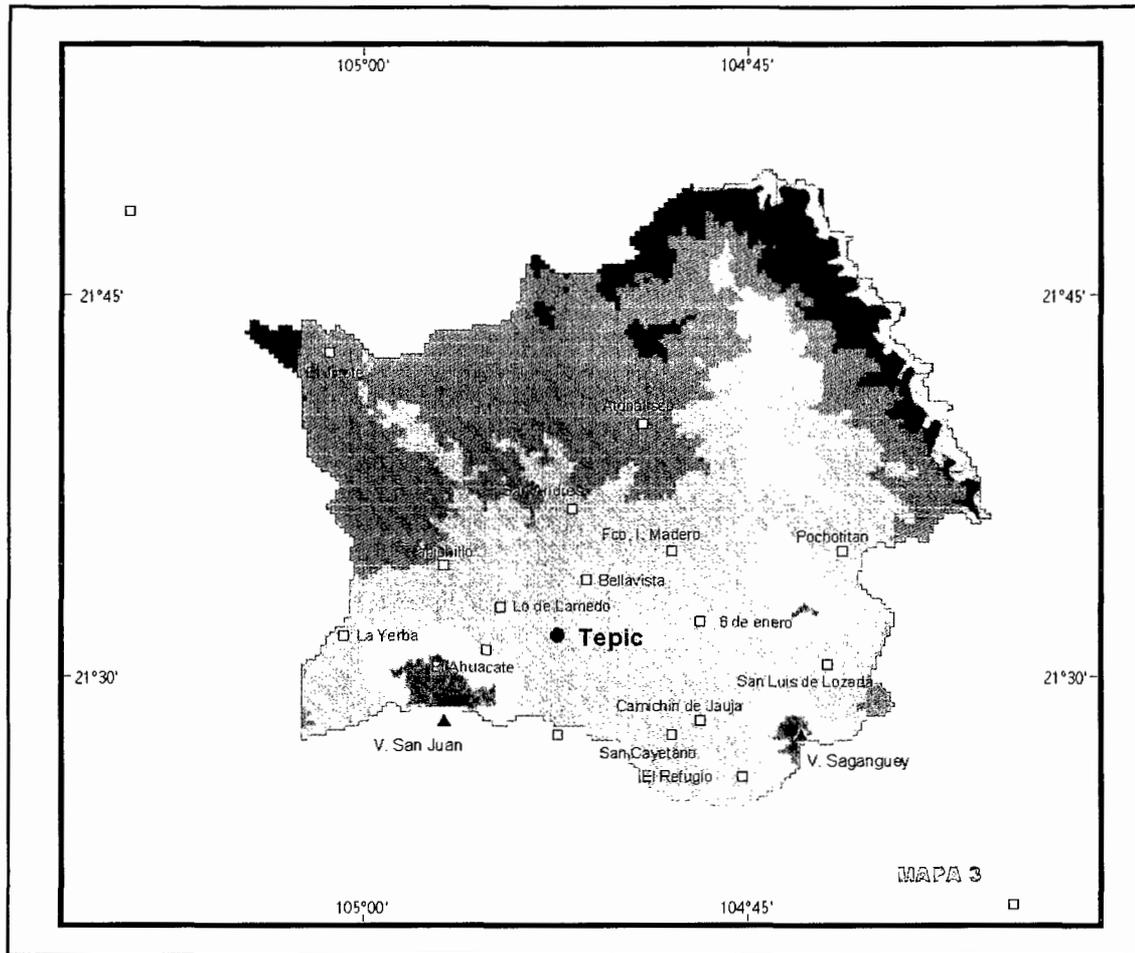
rendimiento a estas condiciones entre otros son maíz y caña de azúcar (González *et al.*, 2002).

Le sigue en incidencia, temperaturas de 18 a 22 °C (16.2%, 26736 ha), que de acuerdo con FAO (1981) y García (1988), pueden clasificarse como subtropicales semicálidas, es decir, áreas que presentan un invierno más o menos definido, aunque no por ello riguroso. En estos ambientes, cultivos como maíz, soya y girasol, son alternativas para obtener rendimientos rentables (Ruiz *et al.*, 1999).

Las temperaturas medias anuales de 16 a 18 ° C , detectadas en una superficie relativamente inapreciable del municipio (0.4%, 596 ha), se identifican con regiones templadas o frías, con invierno bien definido y riesgos de heladas que pueden llegar a dañar los cultivos.

Además de su utilidad para definir la adaptación de cultivos, las características de este factor climático tendrá que ser también un criterio importante para dar recomendaciones de manejo agronómico, muy en particular sobre las aplicaciones de fertilización como lo menciona Castellanos *et al.* (2000), las condiciones de temperaturas afectan la disponibilidad y asimilación de nutrimentos.

## TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA ANUAL



### MUNICIPIO DE TEPIC

#### ESTRATOS DE TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA ANUAL

°C	Sup. (ha)	%
22-24	181.44	0.11
24-26	2,553.12	1.55
26-28	15,733.44	9.54
28-30	74,623.68	45.26
30-32	54,276.48	32.92
32-34	13,841.28	8.39
34-36	3,667.68	2.22

**TOTAL : 164,877.12 100.00**

#### SIMBOLOGÍA

- Cabecera municipal ● TEPIC
- Principales localidades □ Bellavista
- Límite municipal
- Presa
- Principales elevaciones ▲ V. San Juan



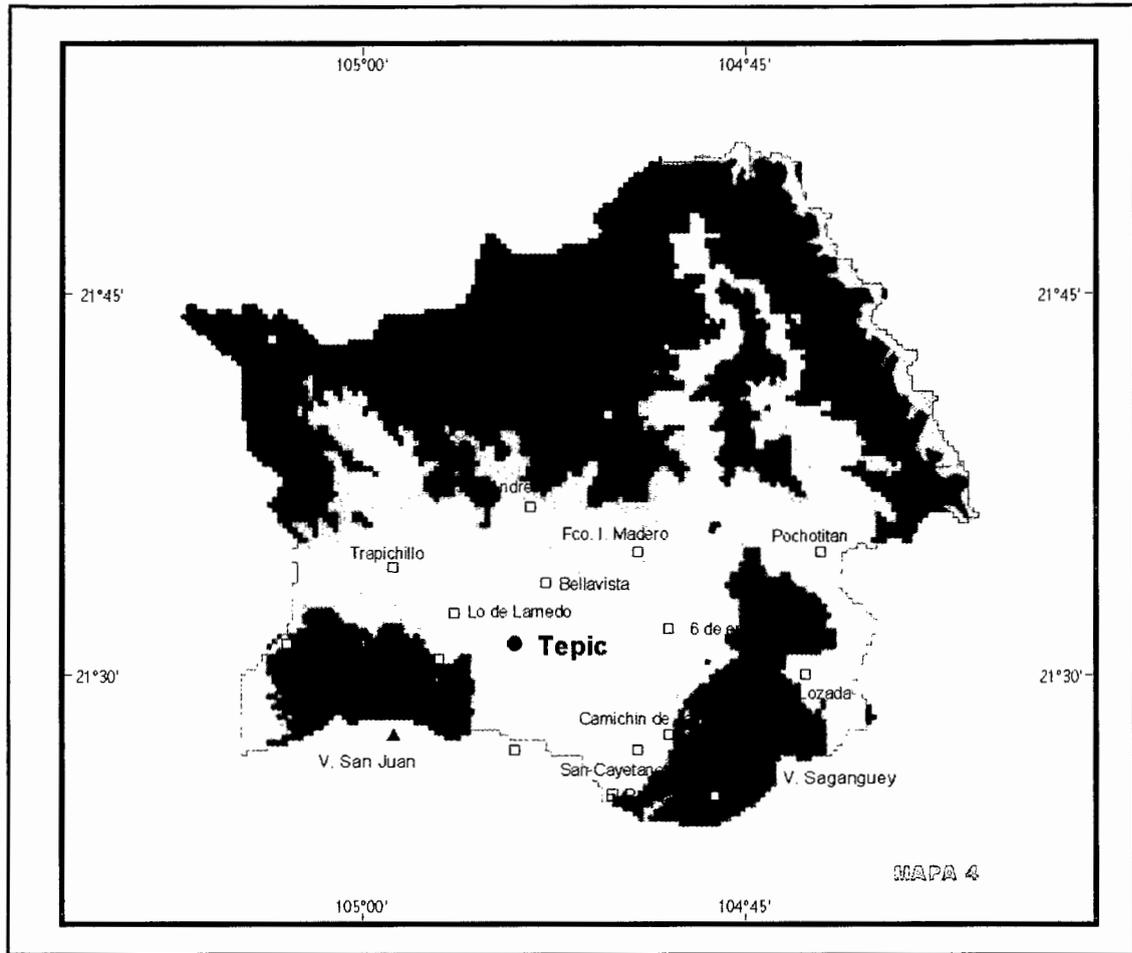
Colaborador: Juan Mejía Martínez

Fuentes para su elaboración:  
Base de datos e interpolación INIFAP-CIRPAC-CESIX, (2003)  
Campo Experimental de Santiago Ixcuinta, Nayarit.

Fecha de elaboración: Septiembre, 2003

**Mapa 3. Temperatura máxima media anual.**

## TEMPERATURA MEDIA ANUAL



### MUNICIPIO DE TEPIC

#### ESTRATOS DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL

°C	Sup. (ha)	%
16-18	596.16	0.4
18-20	3,512.16	2.1
20-22	23,224.32	14.1
22-24	72,213.12	43.8
24-26	54,172.80	32.9
26-28	10,510.56	6.4
28-30	648.00	0.4
<b>TOTAL : 164,877.12 100.00</b>		

#### SIMBOLOGÍA

- Cabecera municipal
- Principales localidades
- Límite municipal
- Presa
- Principales elevaciones
- TEPIC
- Bellavista
- P. Aguzmán
- ▲ V. San Juan



Colaborador: Juan Mejía Martínez

Fuentes para su elaboración:  
Base de datos e interpolación INIFAP-CIRPAC-CESIX, (2003)  
Campo Experimental de Santiago Ixcuintla, Nayarit.

Fecha de elaboración: Septiembre, 2003

**Mapa 4. Temperatura media anual.**

#### **6.1.4. Precipitación**

Las lluvias inician en junio con una media de 166 mm, pero es hasta julio que llueve regularmente de 323 a 477 mm. de junio a octubre se concentran el 73%. (1,200 mm como precipitación media anual).

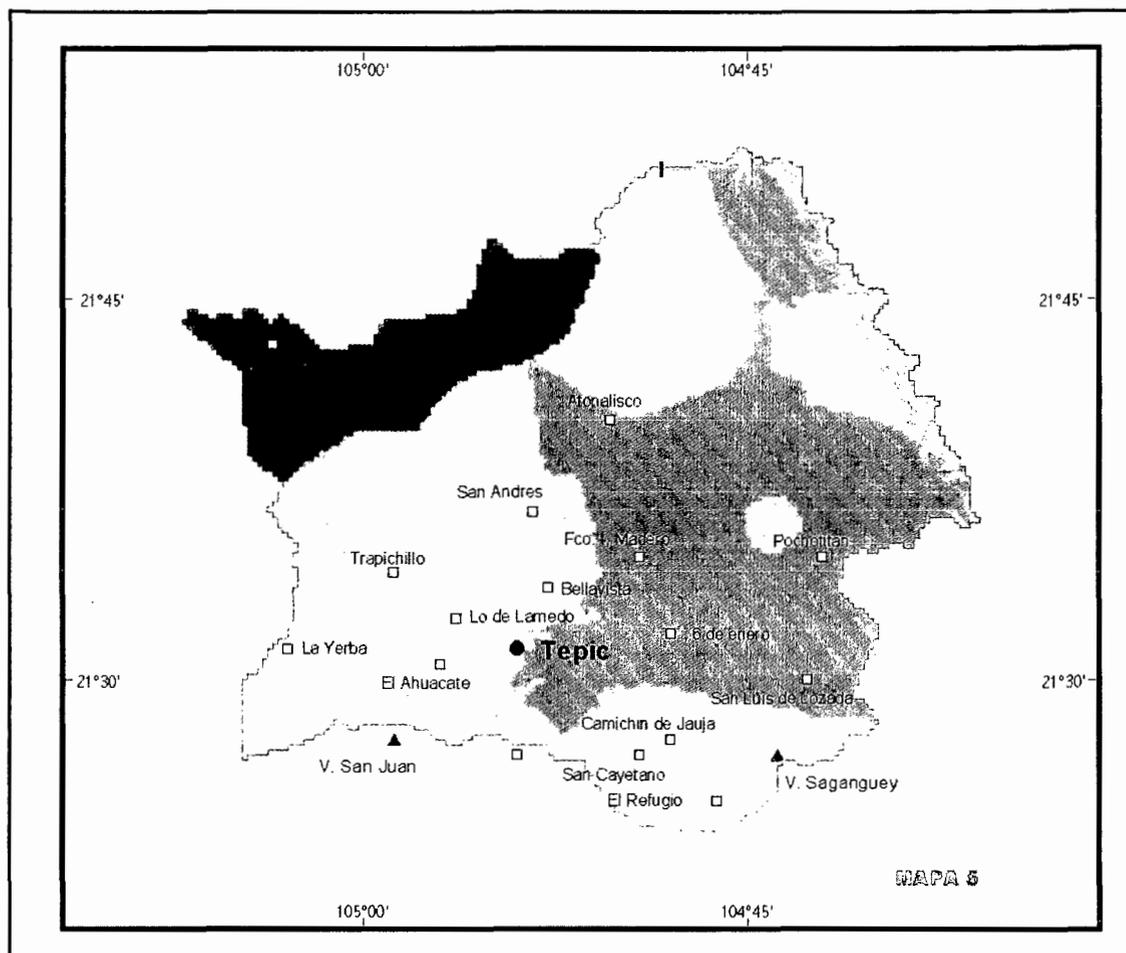
Al año llueve más de 1,200 mm (58.5%, 96,448 ha). En el 82.4% (135,795 ha) se registran precipitaciones de 1,000 a 1,400 mm. En el 5.8% de la superficie (9,642 ha) se registra las precipitaciones menores (800 a 1000 mm), suficiente para el desarrollo de cultivos (Mapa 5).

#### **6.1.5. Evaporación e índice de la precipitación sobre la evaporación (P/E)**

Los datos mensuales muestran que los meses de mayor evaporación son de marzo a agosto con promedios que varían de 141 a 218 mm (Cuadro 2). Sin embargo, como se puede apreciar el índice P/E, en el periodo del temporal (Junio a Octubre), coincide con los meses que mantienen su ambiente atmosférico saturado, por lo tanto se evapora menos de lo que llueve. De hecho, la evaporación puede ser un factor limitante en la producción de cultivos, ya que de acuerdo con Turrent (1981), no importa la cantidad de lluvia si el proceso de evaporación no permite el límite mínimo de humedad para una óptima producción. Es por ello que P/E puede proporcionar parámetros comparativos para clasificar aptitudes productivas.

El 51% (84,058 ha) de la superficie municipal presenta condiciones de humedad adecuada ( $P/E = 0.9 - 1.3$  y Mapa 6). Mientras que en el 44.4 % (73,250 ha) es ligeramente excesiva ( $P/E = 1.3 - 2.0$ ), lo que indica que llueve más de lo que se evapora, por lo que habría que tener cuidado con el establecimiento de cultivos muy susceptibles a pudriciones, considerándose los factores del suelo como textura, profundidad, vegetación entre otros.

## PRECIPITACIÓN ANUAL



### MUNICIPIO DE TEPIC

#### ESTRATOS DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA ANUAL

mm	Sup. (ha)	%
800-1000	9,642.24	5.8
1000-1200	58,786.56	35.7
1200-1400	77,008.32	46.7
1400-1600	17,781.12	10.8
1600-1800	1,658.88	1.0

**TOTAL : 164,877.12 100.00**

#### SIMBOLOGÍA

- Cabecera municipal **● TEPIC**
- Principales localidades □ Bellavista
- Límite municipal
- Presa P. Aguas Azules
- Principales elevaciones ▲ V. San Juan

4 0 4 Kilómetros



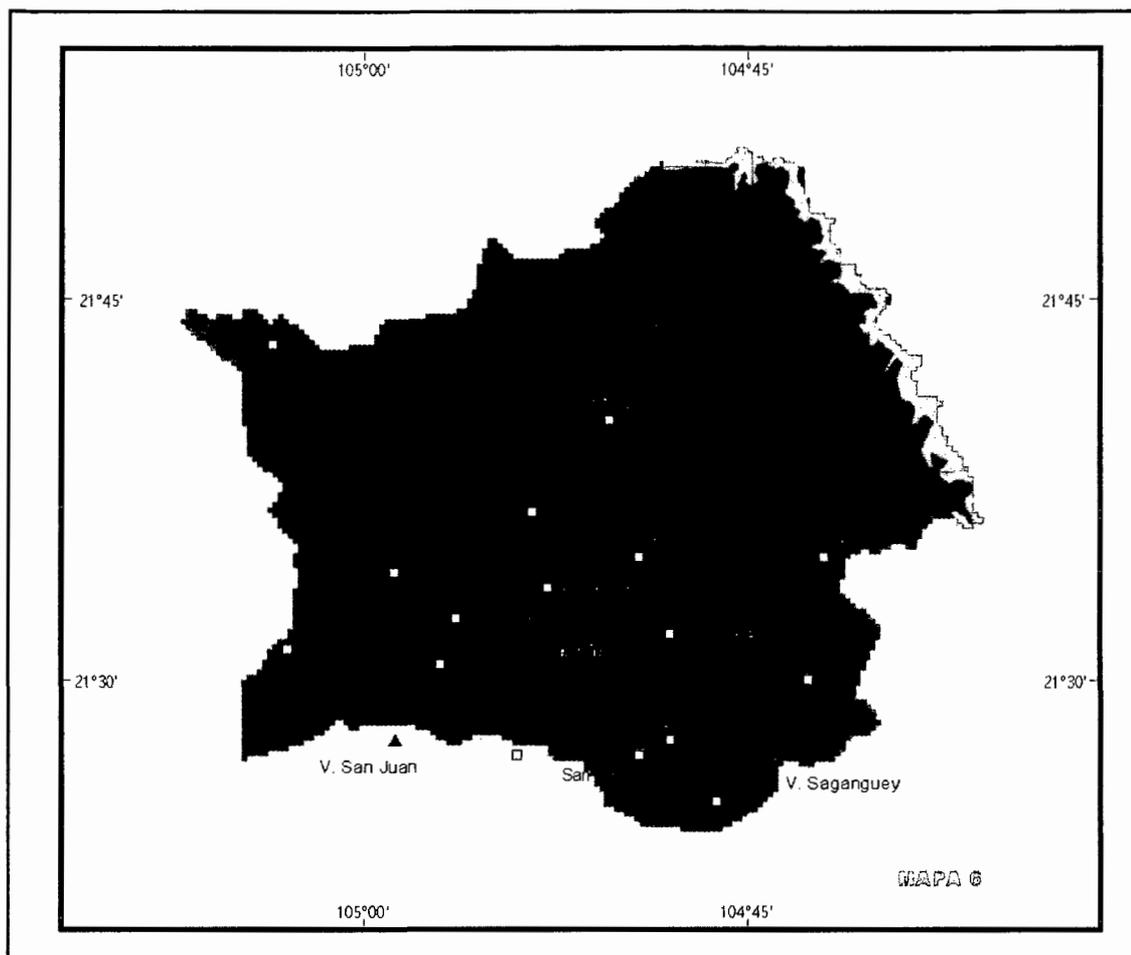
Colaborador: Juan Mejía Martínez

Fuentes para su elaboración:  
Base de datos e interpolación INIFAP-CIRPAC-CESIX, (2003)  
Campo Experimental de Santiago Ixcuintla, Nayarit.

Fecha de elaboración: Septiembre, 2003

## 5. Precipitación anual.

## EVAPORACIÓN ANUAL



### MUNICIPIO DE TEPIC

ÍNDICE DE LA PRECIPITACIÓN SOBRE LA EVAPORACIÓN  
DE JUNIO A OCTUBRE

Condición de humedad	Sup. (ha)	%
■ 0.7-0.9	7,568.64	4.6
■ 0.9-1.3	84,058.56	51.0
■ 1.3-2.0	73,249.92	44.4
<b>TOTAL :</b>		<b>164,877.12 100.00</b>

### SIMBOLOGÍA

- Cabecera municipal ● TEPIC
- Principales localidades □ Bellavista
- Límite municipal —
- Presa ▲ P. Aguascalientes
- Principales elevaciones ▲ V. San Juan

4 0 4 Kilómetros



Colaborador: Juan Mejía Martínez

Fuentes para su elaboración:  
Base de datos e interpolación INIFAP-CIRPAC-CESIX, (2003)  
Campo Experimental de Santiago Ixcuintla, Nayarit.

Fecha de elaboración: Septiembre, 2003

**Mapa 6. Evaporación anual.**

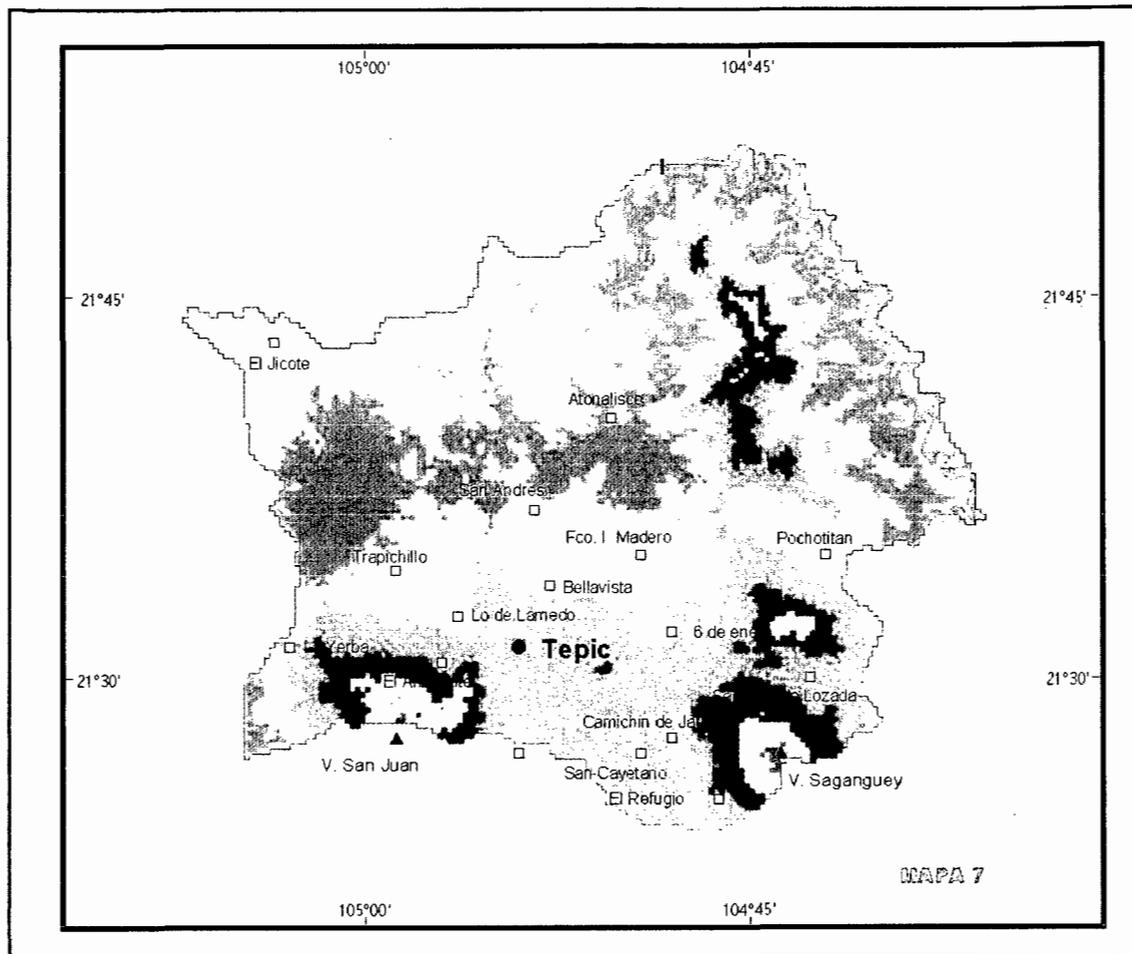
## **6.2. Diagnóstico topográfico**

El municipio presenta importantes variaciones topográficas (Mapas 7 y 8), atribuidas a su origen geológico y a las condiciones de su orografía.

### **6.2.1. Altitud**

Las cotas altitudinales mostraron gradientes de elevación muy diversos, los cuales fluctúan de 0 a 2400 msnm. Sin embargo, predominan altitudes menores a 1,200 msnm (89.9%). Debido a estas marcadas variaciones habrá que recomendar diferentes cultivares dentro de una misma especie; así existen variedades de maíz apropiadas para altitudes de 0 a 800 msnm y otras muy diferentes para terrenos más altos. Las regiones con altitudes menores a 300 msnm representa 19.8% (32,712 ha). Le sigue de 300 a 600 msnm que es el 20.9% (34,999 ha). El estrato de 600 a 900 msnm tiene el 23.9% (39,450 ha). La franja de 900 a 1,200 msnm personifica un 25.3% (41,653 ha) siendo el más representativo, y los altos de Tepic y cercanía a la sierra con alturas mayores a 1,200 msnm representa el 9.9% (16,563 ha).

## ALTITUD



### MUNICIPIO DE TEPIC

ESTRATOS DE ALTITUD (msnm)

msnm	Sup. (ha)	%
< 300	32,711.04	19.8
300-600	34,499.52	20.9
600-900	39,450.24	23.9
900-1200	41,653.44	25.3
1200-1500	11,612.16	7.0
1500-1800	3,680.64	2.2
1800-2100	1062.72	0.6
2100-2400	207.36	0.1

**TOTAL : 164,877.12 100.00**

### SIMBOLOGÍA

- **TEPIC**
- Bellavista
- Límite municipal
- Presa
- ▲ Principales elevaciones

4 0 4 Kilómetros

Colaborador: Juan Mejía Martínez

Fuentes para su elaboración:  
Base de datos e interpolación INIFAP-CIRPAC-CESIX, (2003)  
Campo Experimental de Santiago Ixcuintla, Nayarit.

Fecha de elaboración: Septiembre, 2003

**Mapa 7. Altitud**

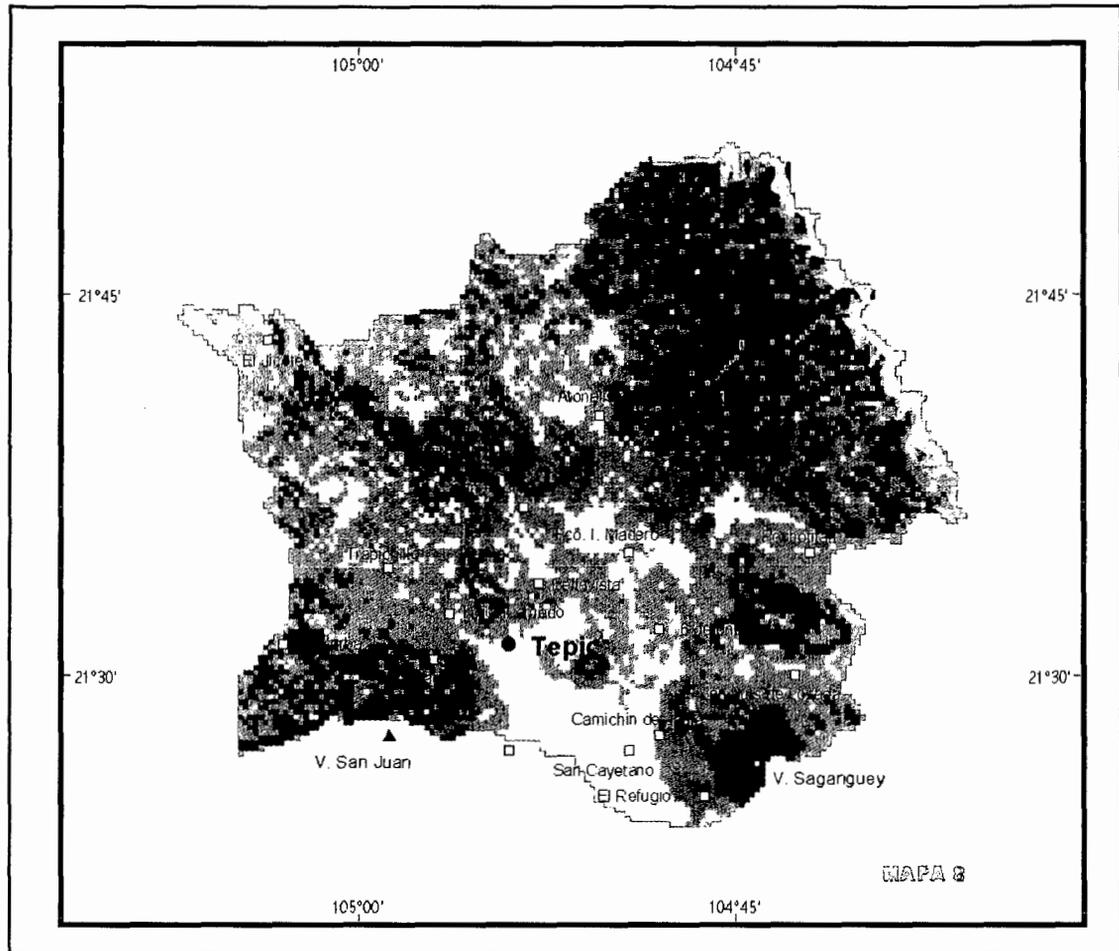
### 6.2.2. Pendiente del terreno

En el Mapa 8, se presenta el diagnóstico de la pendiente del terreno. Se aprecia una diversidad de condiciones, que de alguna manera se asocian a la altitud: áreas relativamente planas en menores altitudes o pie de cuesta y pendiente irregular mayores altitudes.

Se identificaron tierras que se clasifican como valles, muy aptos para la agricultura (17.9%, 29,432 ha), donde la topografía es plana con ligeras ondulaciones (pendientes menores de 4%). Terrenos que presentan lomeríos poco pronunciados (20.3%, 33,476 ha. del 4 a 8% de pendiente). En tanto que la mayoría de los terrenos (61.8%) presentan pendientes pronunciadas (8% a más).

Desde el punto de vista agrícola, a partir del estrato superior a pendientes del 8% se reduce la productividad del suelo, por tanto, habría 113,452 ha de terrenos con limitaciones, ya que como lo señala Castellanos *et al.* (2000), bajo este tipo de topografía ocurre más remoción de la superficie del suelo ocasionando abatimiento nutrimental. Las áreas con estas características pueden ser utilizadas en la silvicultura, o bien pueden aprovecharse para la ubicación de zonas ganaderas, cuyo límite depende del tipo de ganado, ya que algunas razas de bovinos son productivas en pendientes que varían del 25 a 40%, mientras que los caprinos pueden establecerse hasta pendientes pronunciadas, de 70%.

## PENDIENTE DEL SUELO



### MUNICIPIO DE TEPIC

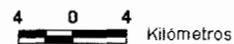
ESTRATOS DE PENDIENTE DEL SUELO (%)

Estrato	Sup. (ha)	%
< 2	11,508.48	7.0
2-4	17,923.68	10.9
4-8	33,475.68	20.3
8-15	37,441.44	22.7
15-30	46,500.48	28.2
> 30	18,027.36	10.9

**TOTAL : 164,877.12 100.00**

### SIMBOLOGÍA

- Cabecera municipal ● **TEPIC**
- Principales localidades □ Bellavista
- Límite municipal
- Presa
- Principales elevaciones ▲ V. San Juan



Colaborador: Juan Mejía Martínez

Fuentes para su elaboración:  
Base de datos e interpolación INIFAP-CIRPAC-CESIX, (2003)  
Campo Experimental de Santiago Ixcuintla, Nayarit.

Fecha de elaboración: Septiembre, 2003

**Mapa 8. Pendiente del suelo.**

Para terrenos con potencial agrícola con pendientes onduladas, se sugieren las siguientes prácticas: a) Establecer surcado en contorno con sistemas de terrazas, b) Realizar prácticas vegetativas como: aplicación de abonos verdes y estiércol, incorporación de residuos de cosecha, cultivo en fajas y de cobertera, rotación de cultivos, huertos en contorno y labranza de conservación. En condiciones topográficas más desfavorables, las prácticas anteriores deben intensificarse. Por ejemplo, cuando se habla de rotación de cultivos a desarrollar en un terreno con cultivo de pastos o leguminosas en dos o tres ciclos y posteriormente dedicar un ciclo al desarrollo de un cultivo de escarda, de tal manera que el cultivo de pastos permanezca más tiempo y ayude a conservar en forma eficiente el suelo.

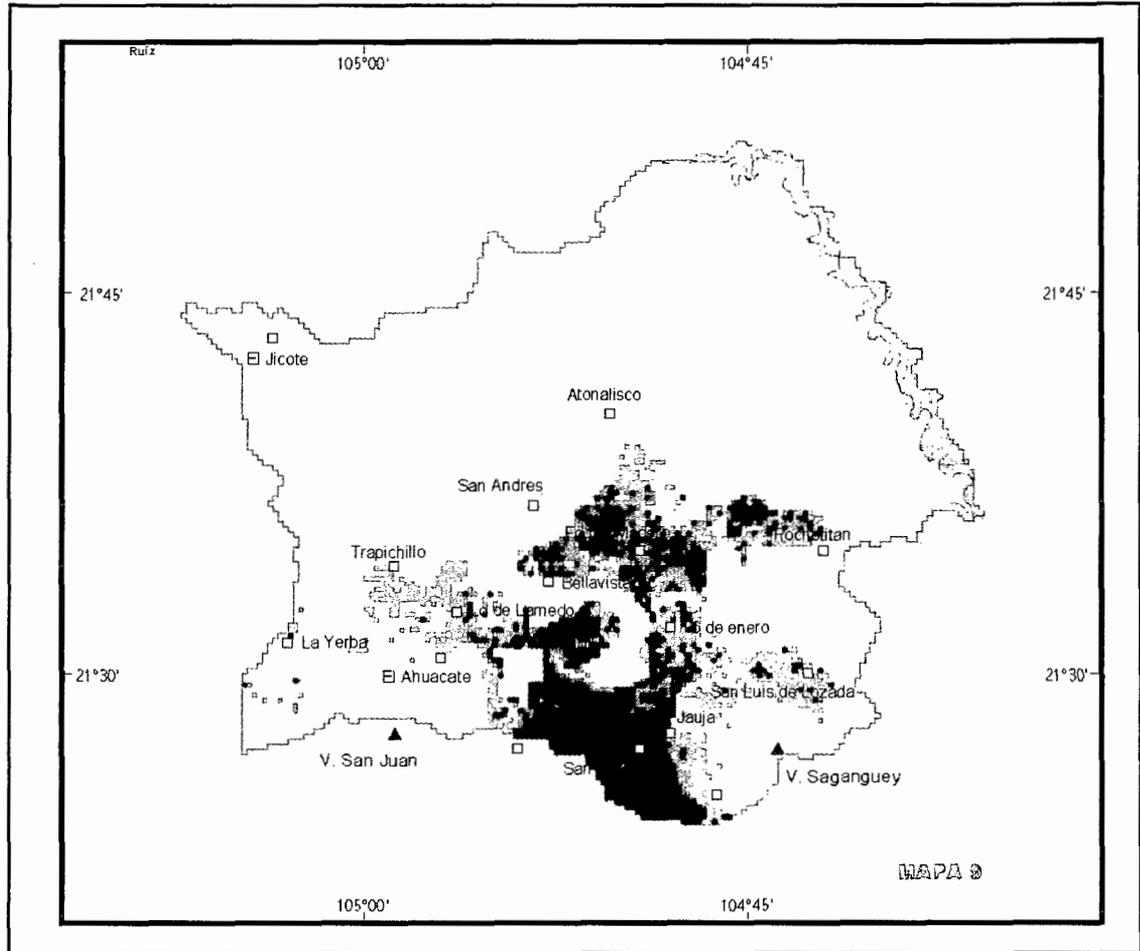
Por otro lado, en terrenos de uso potencial pecuario, se pueden establecer diferentes tipos de terrazas y canales de desvío para reducir los escurrimientos, establecer reforestaciones y tratar de regenerar la vegetación nativa.

### **6.3. Potencialidades de cultivos**

**6.3.1.-Maíz.** En el mapa 9, se presentan los terrenos más apropiados para el cultivo de maíz temporalero. El municipio de Tepic, tiene un **potencial óptimo** para esta gramínea en **16,122 ha.** y **subóptimo en 14,100 ha.** La superficie altamente productiva se ubica principalmente en el valle de Matatipac, donde se encuentran los terrenos con topografía más uniforme. En Anexo 3 se describe los requerimientos por el cultivo.

Actualmente se sembraron en primavera verano ciclo agrícola 2001/02; 2,262 has. de maíz con rendimientos medios de 1,110 Kg/ha (INEGI 2004). Lo que nos indica que no se ha estado aplicando en estas áreas la tecnología adecuada. No obstante, en las áreas seleccionadas y con el uso de la tecnología sugerida por instituciones como El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) entre otras, es posible la obtención de producciones de 4.5 ton/ha en promedio.

## ÁREAS CON POTENCIAL PRODUCTIVO PARA MAÍZ



### MUNICIPIO DE TEPIC

ESTRATOS DE POTENCIAL PRODUCTIVO PARA MAÍZ

Potencial productivo	Sup. (ha)
Óptimo	16,122
Subóptimo	12,273

### SIMBOLOGÍA

Cabecera municipal		<b>TEPIC</b>
Principales localidades		Bellavista
Límite municipal		
Presa		Agua Prieta
Principales elevaciones		V. San Juan



Colaborador: Juan Mejía Martínez

Fuentes para su elaboración:  
Base de datos e interpolación INIFAP-CIRPAC-CESIX, (2003)  
Campo Experimental de Santiago Ixcuintla, Nayarit.

Fecha de elaboración: Septiembre, 2003



**Mapa 9. Áreas con potencial productivo para maíz.**

**6.3.2.- Mango.** En el mapa 10, se presenta los terrenos con potencial productivo de mango. No se identificó potencial óptimo debido a que restringe el factor temperatura, este frutal es de clima tropical cálido (en el Anexo 2 se describe los requerimientos climáticos y topográficos que requiere el cultivo). No obstante, existen **29,432 ha** con **subóptimo** ubicadas en terrenos con altitudes entre 900 a 1,200 msnm. En el municipio se registran 2,079 has establecidas con un producción de 27,612 ton/has (INEGI 2004) con un rendimiento de 13.300 ton/ha, el cual puede incrementarse a 18 ton/ha con la aplicación de tecnología.

De una manera tradicional los productores obtienen su cosecha de mango, sin embargo la tecnología existe y no ha sido adoptada por los productores al aplicar los paquetes tecnológicos por instituciones del sector, con el cual incrementaría su producción desde la implementación de la huerta, esto es desde implementar la densidad más adecuada por hectárea dependiendo del sistema de plantación y el tamaño del árbol, este puede ser marco real, rectangular y tresbolillo.

La época de plantación se debe de tomar en cuenta de que los árboles sean de un solo vivero, sin lesiones, vigorosa y no mayores de 24 meses de edad. Además de conocer la procedencia de la semilla de los patrones y la yemas de los cultivares injertados en ellos, para estar seguros de su sanidad de acuerdo al INIFAP.

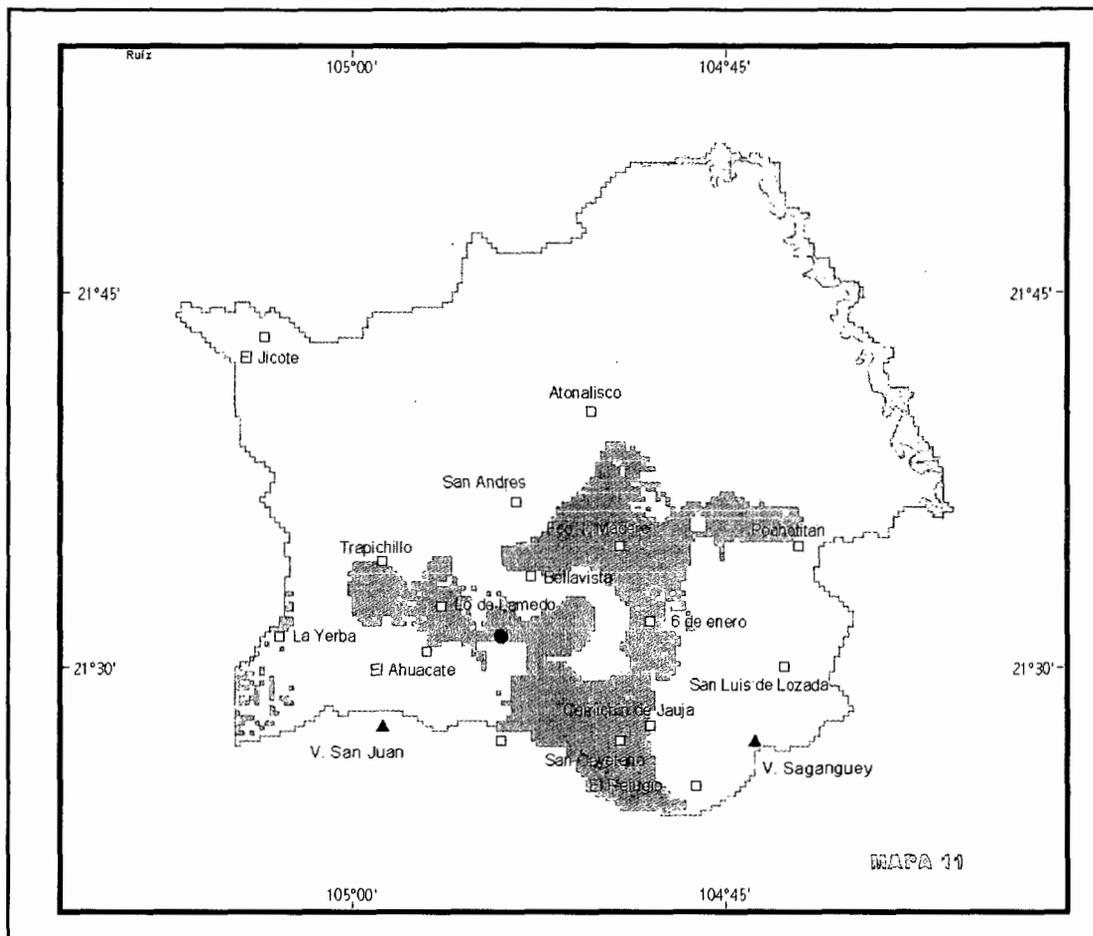
En temporada, la plantación debe realizarse al inicio de las lluvias, con la finalidad que durante este tiempo las plantas se adapten al terreno y desarrollen un sistema radical que les permita soportar el período de secas. Los árboles en desarrollo normalmente deberán fertilizarse en forma fraccionada solo con nitrógeno y en menor cantidad que en árboles en producción, las necesidades nutricionales son reducidas en los primeros años y se van incrementando conforme a su desarrollo.

En árboles jóvenes requieren de riegos por su importancia dentro de los dos primeros años de su desarrollo, ya que sin agua tendrían un desarrollo lento y al

iniciar su producción hay abundante caída de flores y frutos. En árboles adultos, es necesario el riego durante las fases de amarre del fruto y desarrollo de frutos.

Además de tener en cuenta las labores de la podas en huerto joven, árboles en producción, de saneamiento y de rejuvenecimiento. Así mismo la prevención del control de plagas, enfermedades y maleza (Guía para la asistencia Técnica agrícola de Nayarit, 2002).

## ÁREAS CON POTENCIAL PRODUCTIVO PARA MANGO



### MUNICIPIO DE TEPIC

ESTRATOS DE POTENCIAL PRODUCTIVO PARA MANGO

Potencial productivo	Sup. (ha)
Subóptimo	29,432

### SIMBOLOGÍA

Cabecera municipal	● TEPIC
Principales localidades	□ Bellavista
Límite municipal	—
Presa	⚡ Presa
Principales elevaciones	▲ V. San Juan

4 0 4 Kilómetros

Colaborador: Juan Mejía Martínez

Fuentes para su elaboración:  
Base de datos e interpolación INIFAP-CIRPAC-CESIX. (2003)  
Campo Experimental de Santiago Ixcuintla, Nayarit.

Fecha de elaboración: Septiembre, 2003

**Mapa 10. Áreas con potencial productivo para mango.**

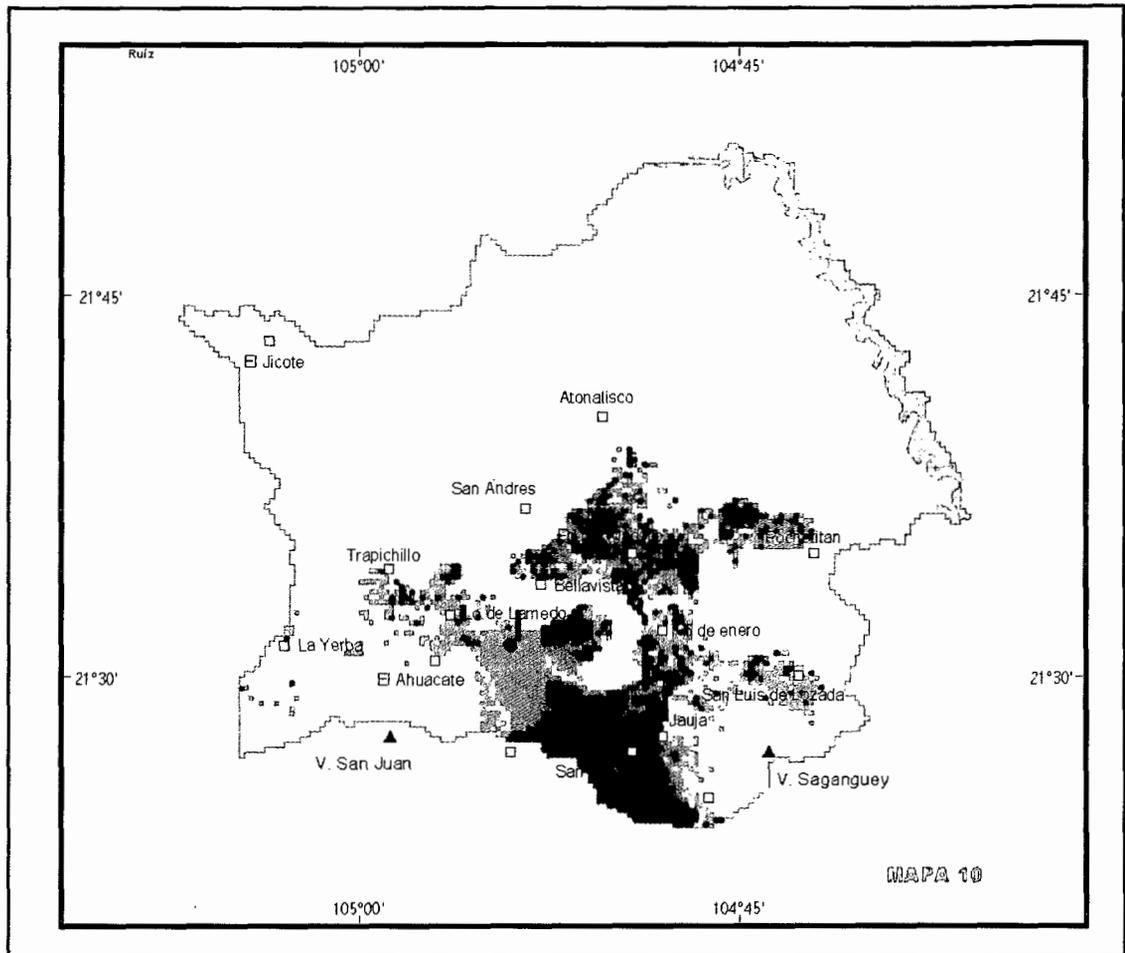
**6.3.3.-Caña de Azúcar.** En el mapa 11, se muestra las áreas favorables para caña de azúcar de temporal (y en el Anexo 2 se describe sus requerimientos). Tepic tiene un **potencial óptimo de 15,319 ha** y **subóptimo de 14,100 ha**. Las mejores tierras se asocian a condiciones climáticas y de altitud.

Al respecto, el municipio actualmente explota las aptitudes naturales de sus terrenos para la producción de caña, identificándose 8,039 ha que se establecen de temporal, con rendimientos medios de 67.41 ton/ha (INEGI 2004). En esta superficie, con adecuado manejo agronómico, es factible obtener una producción media anual de 67 ton/ha.

Para la obtención de rendimiento superiores a los que manejan en la actualidad, se deben de dar pasos que consideren pasos para obtener altos rendimientos donde se determine que los productores, conozcan los aspectos como son: desde lo que se quiere hacer, actitudes de cambio, realización de diagnósticos, metas determinadas, organización, decisiones oportunas, un programa de mejoramiento de suelos, y en manejo agronómico; preparación de suelo, selección de variedades, fechas, densidades y sistema de siembra, fertilización, manejo de agua y drenaje, manejo integrado de plagas, malezas y enfermedades, el manejo del cultivo, preparación del campo para la cosecha, cosecha mecanizada en verde y ¿qué hacer después de la siembra?. Son pasos fundamentales para el incremento de la producción. permitiendo incrementar del 20 al 30 % la producción de campo (87.63 ton/ha). (Funprojal 2001).

Así mismo el desarrollo del cañero está sujeto a la actitud y disposición al cambio y son dos las barreras que hay que vencer para llegar a empresario cañero. (Y que se puede aplicar, a más cadenas producto para un mejor desarrollo). Las características de los tres grupos se citan en anexo 5.

## ÁREAS CON POTENCIAL PRODUCTIVO PARA CAÑA



### MUNICIPIO DE TEPIC

ESTRATOS DE POTENCIAL PRODUCTIVO PARA CAÑA

Potencial productivo	Sup. (ha)
Óptimo	15,319
Subóptimo	14,100

### SIMBOLOGÍA

- Cabecera municipal ● TEPIC
- Principales localidades □ Bellavista
- Límite municipal —
- Presa ⊗ Aguascalientes
- Principales elevaciones ▲ V. San Juan

4 0 4 Kilómetros

Colaborador: Juan Mejía Martínez

Fuentes para su elaboración:  
 Base de datos e interpolación INIFAP-CIRPAC-CESIX, (2003)  
 Campo Experimental de Santiago Ixcuintla, Nayarit.

Fecha de elaboración: Septiembre, 2003



**Mapa 11. Áreas con potencial productivo para Caña.**

## **VII. CONCLUSIONES**

1. Las condiciones climáticas son una fortaleza para la biodiversidad en el municipio de Tepic, Nay. Especialmente favorables para la agricultura de temporal; además puede ser factible el establecimiento de cultivos en cualquier época del año. Los indicadores: 1) Relativamente no existen riesgos de heladas; 2) Las precipitaciones anuales de 1,200 a 1,800 mm, que se concentran de junio a septiembre, son satisfactorias para los requerimientos de humedad de los cultivos; 3) No hay riesgos de abatimiento de humedad del suelo, considerando que en el temporal llueve más de lo que se evapora, 4) Las condiciones de evaporación al relacionarse con las lluvias, sugieren éxito en la producción de cultivos en temporal (51%).

2. Topográficamente se identificó un mosaico de gradientes: Altitudes de 0 a 2,400 msnm, y pendientes de  $< 2$  a  $> 30$  %. En áreas de mayor altitud y pendiente, existen riesgos de que el valor agrícola del terreno se deprecie, principalmente por dificultad de las prácticas de labores. Agrícolamente 9.9% del territorio tiene limitaciones por pendientes superiores a 8%, sin restricciones para ganadería o uso forestal.

3. La aplicación del sistema de información geográfica permitió describir mediante mapas, cultivos de caña de azúcar, maíz y mango, que ilustran el potencial productivo en una superficie de 89,073 ha con posibilidades de éxito. Considerando que puede aplicarse a cualquier cultivo de interés, se dispone de un soporte técnico útil para planear la diversificación de especies y reconversión productiva en el municipio.

4. Las 146,877 hectáreas del municipio de Tepic, Nayarit, disponen de un sistema geográfico de información que permite conocer la caracterización de factores de clima y topografía, para identificar fortalezas, limitantes, analizar riesgos y el potencial productivo del sector agrícola. Se infiere que el sistema de información geográfico generado es una herramienta objetiva para la planeación y toma de

decisiones, con fin de promover y fomentar el exitoso desarrollo sustentable del sector productivo.

5. La técnica facilita enormemente la planeación y toma de decisiones de las actividades productivas; ahorra tiempo y recursos, aún cuando siempre existe la necesidad de validar en campo el conocimiento del potencial productivo de otros cultivos.

6. Se caracterizó y cuantifico la distribución de terreno de los principales parámetros ambientales climáticos, tales como temperatura, precipitación y evaporación; topográficos como altitud y pendiente del suelo que tienen relación con los procesos productivos de los cultivos trabajados y de los que se requieran en su momento.

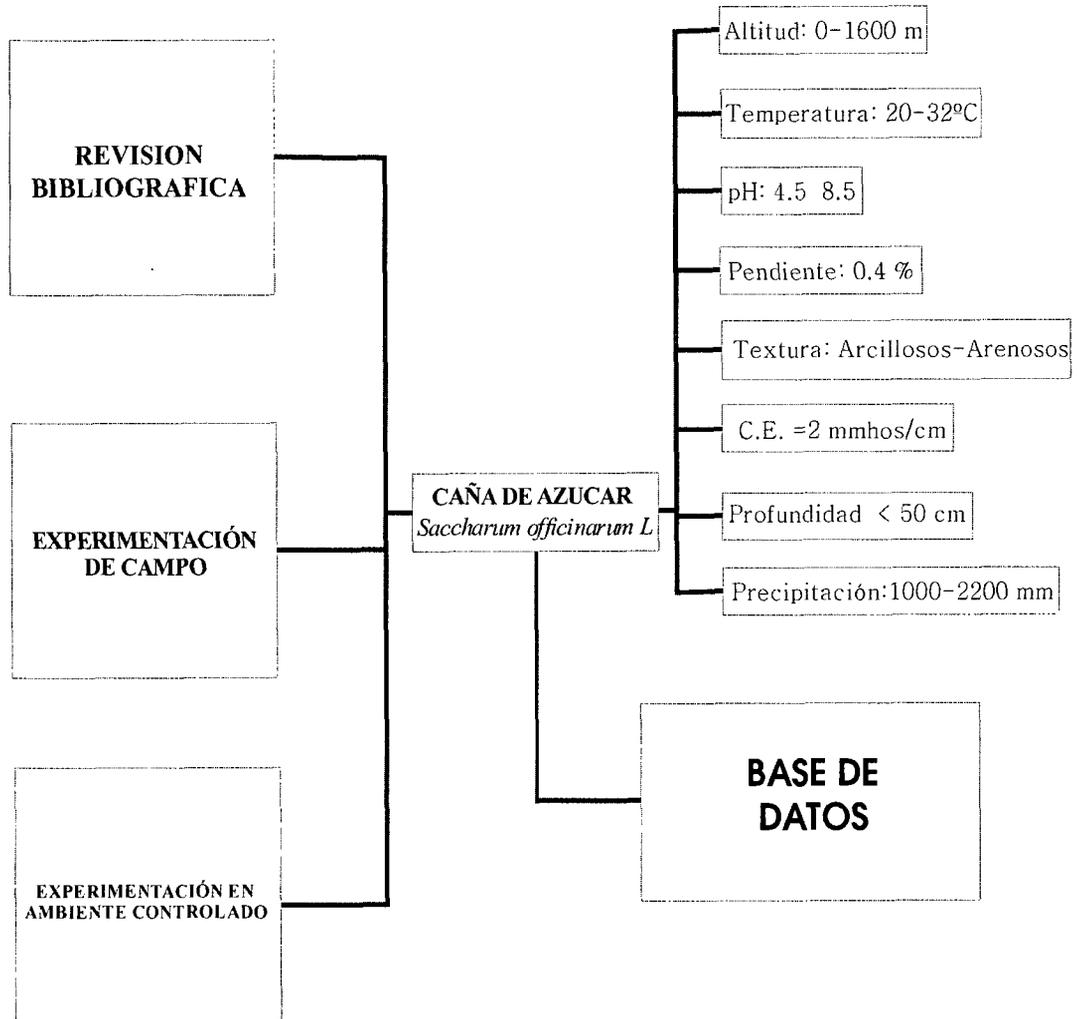
7. Con el diagnóstico de las condiciones climáticas y topográficas en el Municipio de Tepic, Nayarit, mediante el Sistema de Información Geográfico. Se obtuvo información que se aprovechara para implementar estrategias del desarrollo de cultivos agrícolas, favoreciendo a tener una agricultura sustentable y además de contribuir en propiciar información para un reordenamiento del uso del suelo y en su caso de reconversión productiva pertinente, propiciando obtener una mejor agricultura tanto económicamente y ecológica

## **VIII. RECOMENDACIONES**

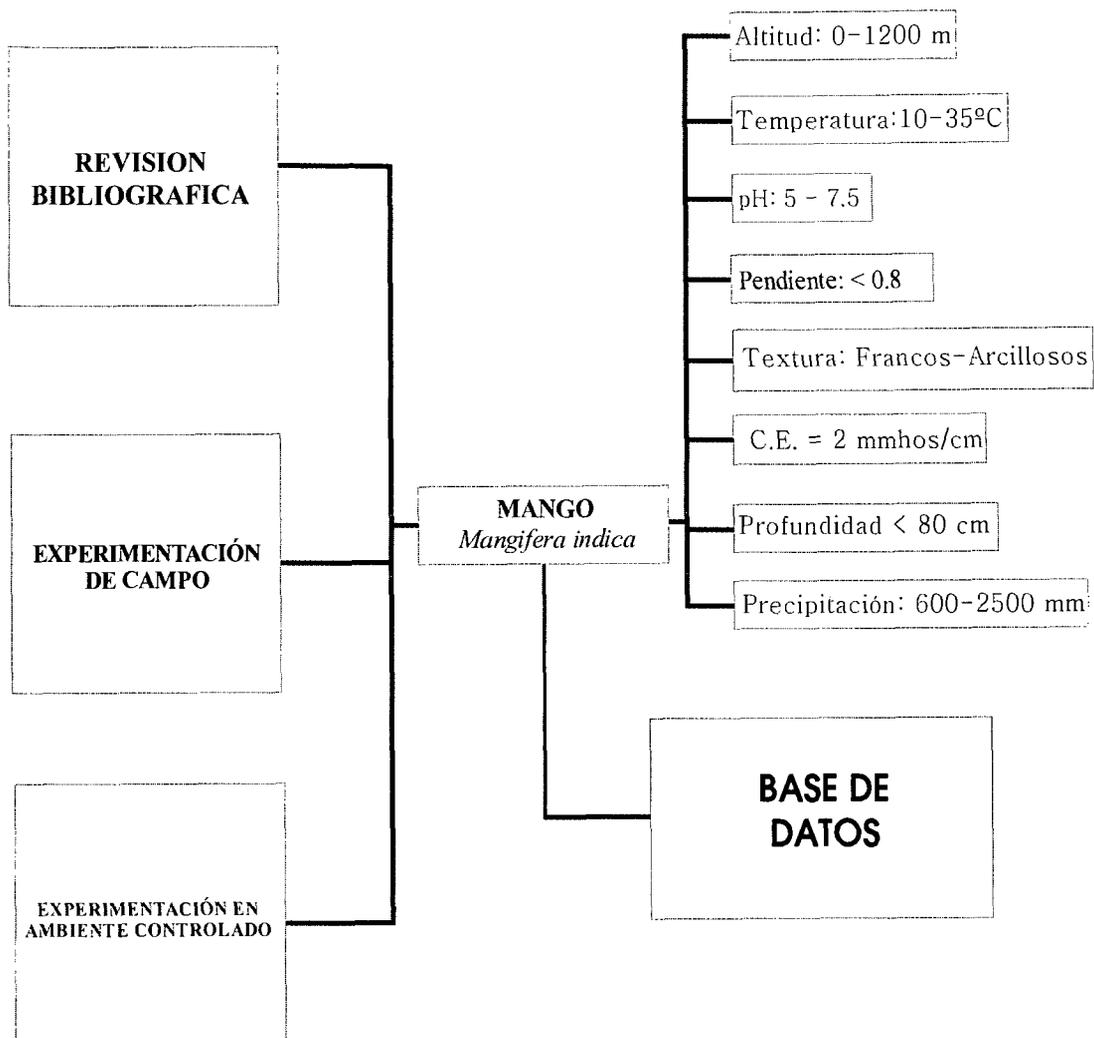
1. Con la utilización de esta herramienta se puede determinar cultivos de alternativa o de reconversión productiva a los tradicionales que será punto de partida para otro trabajo de investigación.
2. Se puede llevar acabo un manual de consulta para los productores del sector agrícola del Municipio de Tepic, Nayarit, para el desarrollo de los cultivos que se citan y de los que se pretendan hacer.
3. De acuerdo a la zona del municipio y del propio cultivo que se determine, se puede desarrollar un trabajo para aplicar un paquete tecnológico que demuestre el incremento de la productividad y calidad del producto a trabajar.
4. Con la determinación descrita en el trabajo sobre los factores climáticos y topográficos se puede llevar acabo una aplicación de desarrollo de plantaciones forestales (alternativa de agropastoril).
5. El trabajo esta enfocado a cultivos de temporal, considerando que es posible que con la disponibilidad de riego, un área determinada con un potencial sub-óptimo o no apto, puede mejorar su nivel productivo estableciendo el camino de otro trabajo de investigación.
6. Se recomienda hacer uso de las prácticas de conservación, manejo de suelos según sus texturas y sus diferentes pH, con factores limitantes que han sido investigado, mismos que se puede establecer un documento o trabajo para la recuperación del suelo.

## ANEXOS

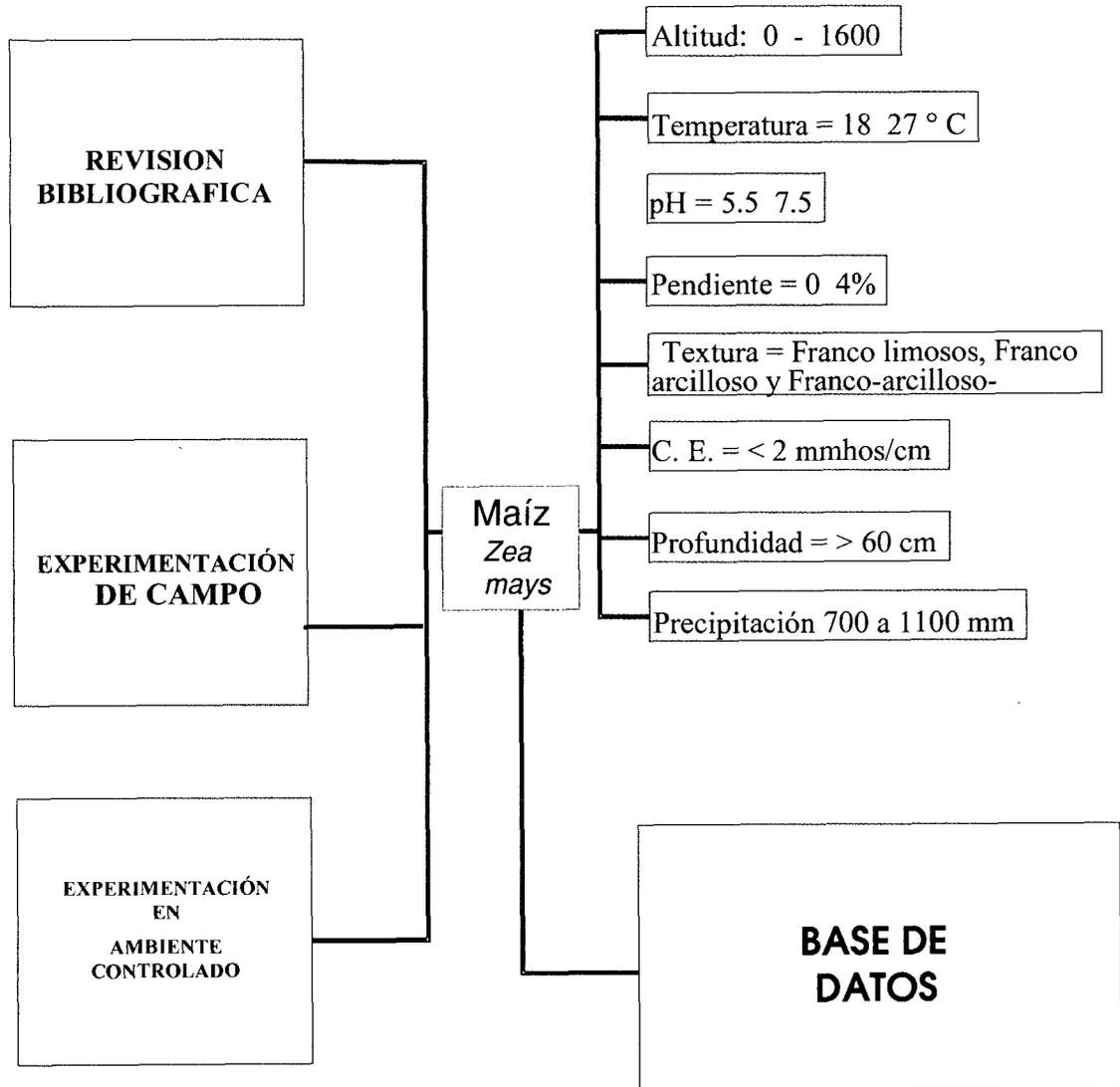
### ANEXO 1.- REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS PARA CAÑA DE AZÚCAR.



**ANEXO 2.- REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS PARA MANGO.**



**ANEXO 3. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS PARA MAÍZ.**



## ANEXO 4. ESTACIONES CLIMATOLOGICAS.

COMISION NACIONAL DEL AGUA  
GERENCIA ESTATAL EN NAYARIT  
SUBGERENCIA TECNICA

### ESTACIONES CLIMATOLOGICA

No.	ESTACIÓN	MUNICIPIO	ESTADO	COORDENADAS	
				LATITUD	LONGITUD
1	CERRO BLANCO	STA. MA. DEL ORO	NAYARIT	21° 22' 36"	104° 37' 06"
2	COLORADO DE LA MORA	TEPIC	NAYARIT	21° 32' 30"	104° 48' 30"
3	CHAPALAGANA	EL NAYAR	NAYARIT	21° 56' 39"	104° 30' 00"
4	DESPEÑADERO	EL NAYAR	NAYARIT	21° 50' 29"	104° 43' 21"
5	EL TIZATE	SANTIAGO IXC.	NAYARIT	21° 48' 12"	105° 06' 56"
6	EL VERDINEÑO	SANTIAGO IXC.	NAYARIT	21° 42' 11"	105° 07' 45"
7	GUADALUPE VICTORIA	SAN BLAS	NAYARIT	21° 40' 30"	105° 19' 45"
8	HUAYNAMOTA	EL NAYAR	NAYARIT	21° 55' 11"	104° 30' 49"
9	JALCOCOTAN	SAN BLAS	NAYARIT	21° 28' 46"	105° 06' 22"
10	JESUS MARIA	EL NAYAR	NAYARIT	22° 15' 19"	104° 30' 58"
11	POZO DE IBARRA	SANTIAGO IXC.	NAYARIT	21° 51' 42"	105° 16' 48"
12	PRESA DEL BAÑO	TEPIC	NAYARIT	21° 36' 27"	104° 44' 16"
13	SAN JUAN PEYOTAN	EL NAYAR	NAYARIT	22° 21' 40"	104° 25' 54"
14	SANTIAGO IXCUINTLA	SANTIAGO IXC.	NAYARIT	21° 48' 49"	105° 12' 12"
15	SAN BLAS	SAN BLAS	NAYARIT	21° 32' 38"	105° 17' 00"
16	TEPIC	TEPIC	NAYARIT	21° 29' 21"	104° 53' 34"
17	TRIGOMIL	XALISCO	NAYARIT	21° 22' 29"	104° 47' 30"
18	OBSERV. MET. TEPIC	TEPIC	NAYARIT	21° 29' 21"	104° 53' 34"

**ANEXO 5. LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRES GRUPOS DE PRODUCTORES CAÑEROS.**

<b>CAÑERO TRADICIONAL</b>		<b>CAÑERO INNOVADOR</b>		<b>EMPRESARIO CAÑERO</b>
Tiene bajos rendimiento; de 60, 80 a 100 tons/ha.	<b>B a r r e r a  U N O</b>	Tiene metas definidas	<b>B a r r e r a  D O S</b>	Piensa en grande, es un crecimiento sostenido
Manejo tradicional		Cultiva bajo el modelo de ALTO RENDIMIENTO		Es visionario, piensa en el futuro para poder actuar en el presente
Es pasivo y conformista		Tiene alta rentabilidad		Sabe que la empresa más importante es el desarrollo y bienestar de la familia
No se acerca a la capacitación		Planea, evalúa y monitorea su cultivo		
No realiza análisis de suelo		Se capacita permanentemente		Aprende a cambiar y los cambios se hacen normales
No busca innovación productiva		Sale a visitar experiencias exitosas		
Cree en los líderes políticos tradicionales		Participa en talleres seminarios y congresos		Sabe trabajar en equipo, delega y forma gente
Busca y depende del subsidio		Se administra, delega y se asesora		Crea negocios y empresas que perduran

## X. REVISION DE LITERATURA

- 1.- Benacchio, S.S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP. Centro Nacional de Investigación Agrop. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.
- 2.- Bojórquez S., J. I. 1995. Levantamiento de suelos de las reservas ecológicas de San Juan. Nayarit. Tesis de Maestro en Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 114 p.
- 3.- Bojórquez S., J. I. 1999. Evaluación de las tierras del municipio de Tuxpan, Nay. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 120 p.
- 4.- Castellanos, J.Z. y J. J. Peña, C. 1990. Los nitratos provenientes de la Agricultura: una fuente de contaminación de los acuíferos. Terra 8:113-126.
- 5.- Castellanos, J.Z.; Uvalle, B. y Aguilar-Santelises, A. 2000. Manual de Interpretación de análisis de suelos y aguas. 2ª. Ed. Colección Incapa. México. 226 p.
- 6.- Comisión Nacional del Agua, 1991. Serie histórica (1950-1990) de datos meteorológicos diarios para Nayarit, a través del programa computarizado que se comercializa como: clima Complejo "CLICOM".
- 7.- Duchaufour, P. 1984. Edafología, edafogénesis y clasificación. Barcelona. Masson. España. 493 p.
- 8.- Eastman, R. 1999. Guide to GIS and Image Processing. GIS. 1: 1 - 191.
- 9.- ESRI. 1996 GIS. PC ARC/INFO. Quick Reference Guide. California, USA. 40 p.
- 10.- FAO. 1981. Informe del proyecto de zonas agroecológicas. Vol. 3: Metodología y resultados para América del Sur y Central. FAO 48/3. Roma. 143 p.
- 11.- Fuprojal 2001, Manual práctico para cañeros sobre manejo de altos rendimientos en plantillas y socas. 2ª Edición, Marzo del 2001. Pp24-49
- 12.- García N., H. 1988. Zonificación agroecológica de los principales cultivos bajo riego en el estado de Guanajuato. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 160 p.
- 13.- González A., I.J. y A. Turrent F. 1991. Las Provincias Agronómicas de la tierra de labor bajo temporal en México. SARH. INIFAP. México, D.F. 113 p.

- 14.- González A., I.J.; Flores L., H.; Ortiz V., M. Y Tapia N., A. 1993. Regionalización de las provincias agronómicas para el cultivo de frijol en el estado de Nayarit. Sistema Diagnóstico-recomendación. Publicación especial. SARH. INIFAP. CESIX. Santiago Ixcuintla, Nay. 33 p.
- 15.- González A., I.J.; Ruiz C., J.A. y Mena H., L. 1997. Diagnóstico agroecológico de las áreas cañeras del ingenio de Puga. Publicación especial. INIFAP. Consorcio Aga. Tepic, Nay. 107 p.
- 16.- González A., I.J.; Ruiz C., J.A. y Mena H., L. 1999. Determinación del potencial productivo de especies vegetales de uso agrícola, pecuario y forestal. 20 Publicaciones especiales, una por municipio. SAGAR. INIFAP. CIRPAC. CESIX. Santiago Ixcuinta, Nay. Aproximadamente 70 p por documento.
- 17.- González A., I.J.; Ruiz C., J.A. y López A., J.G. 2002. Sistema municipal de información ambiental y del potencial productivo en Compostela Nayarit. Estudios parcelarios. Publicación especial. Compostela, Nay. México. 137 p.
- 18.- Gómez T.R., A., Reyna T., T y Villegas S., M. 1979. Estudio edafoclimático de la región de Huajintlán Morelos. En: Boletín del instituto de Geografía. Núm. 9. México D.F. pp 193-208.
- 19.- Griffiths, J.F. 1985. Climatología aplicada. Publicaciones Culturales. México, D.F. 154 p.
- 20.- Guía para la asistencia Técnica agrícola de Nayarit, 2002 Cd Rom INIFAP-FUPRONAY, A.C.
- 21.- Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática. 1974. Cartografía topografica para el Estado de Nayarit. Escala 1: 50,000.
- 22.- Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática. 2004. Anuario Estadístico de Nayarit. Edición 2004 Pp. 373 y 376
- 23.- Jáuregui O., E. 1979. Algunos aspectos de las fluctuaciones pluviométricas en México en los últimos cien años. En: Boletín del instituto de Geografía. Núm. 9. México D.F. pp 39-64
- 24.- FAO. 2003. "Proyecto Regional: Información sobre tierras agrícolas y aguas para un desarrollo agrícola sostenible". Documento Web.  
<http://www.rlc.fao.org/proyecto/gcp/jpn/principal3.htm>  
17 de febrero de 2003.
- 25.- Kohafkan, P. 1996. Enfoque integrado en manejo de recursos de tierra. En: Taller Reg. sobre aplicaciones de la Metodología de zonas agroecológicas y Sistemas de información de Recursos de tierra en América Latina y el Caribe. Chile. pp. 22-31.

- 26.- Masera, O. Astier M., López, R. 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Pp 9-26.
- 27.- Medina G., G. y Ruiz C., J.A. 2000. SICA V 2.5. Sistema de información para caracterizaciones agroclimáticas. Software. INIFAP.
- 28.- Ortiz P., M.A. 1979. Fotointerpretación geomorfológica del curso bajo el río grande de Santiago, Nayarit.
- 29.- Ortiz, S. C.A. 1987. Evaluación de las tierras de México para la producción de maíz, frijol y sorgo en condiciones de temporal. Serie Cuadernos de Edafología No. 8. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 39 p.
- 30.- Ortiz V., B. 1973. Edafología. Editorial Patena, A.C. Chapingo, México. 291 p.
- 31.- Patrick F., E. 1987. Suelos, su formación, clasificación y distribución. CECSA. México. 430 p.
- 32.- Pereira, A.R. 1982. Crop planning for different environments. Gric. Meteorol., 1-77.
- 33.- Romero D., S y De León L., S.E. 2002. Caracterización y cuantificación de los elementos climáticos, edáficos y topográficos de Nayarit, para determinar el potencial productivo, mediante un sistema de información geográfica. Caso maíz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Geografía. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. 110 p.
- 34.- Ruiz C., J.A. 1998. Cambio climático y su impacto sobre algunos parámetros agroclimáticos y potencialidades agrícolas del Estado de Jalisco. Tesis Doctor en Ciencias Agrícolas y Forestales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. 89 p
- 35.- Ruiz C., J.A. y Medina G., G. 1998. Un esquema de zonificación ecológica basado en el componente climático. Fitotecnia. 15 p.
- 36.- Ruiz C., J.A.; Medina G.G.; Ortiz T.C.; Martínez P.R.; González A. I.J.; Flores L. H.E.; Byerly M. K.F. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico No. 3 del INIFAP Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Pp 69, 186 y 196.
- 37.- SAGARPA, 2000 Documento: Datos Estadísticos del Distrito de Desarrollo Rural 099 Tepic. Nay.
- 38.- Tamhane, R.V.; Motiramani, D.P. y Bali, Y.P. 1986. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. Adaptado por Roy L. Donahue. Editorial Diana, México. 483 p.

39.- Troll, C. 1965. Seasonal climates of the earth. In World maps of climatology. E. Redenwalt and H. Jusats Editors.

40.- Turrent, F.A. 1981. Estimación de rendimientos potenciales de maíz y frijol en la República Mexicana. C.P., INIA, México, D.F. 111 p.

41.- Villa H., R. 1990. Concentrado de datos meteorológicos promedio mensuales para el Estado de Nayarit, con información hasta 1990. SARH. INIFAP. CESIX. Santiago Ixcuintla, Nay. Sin publicar.