



**UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL**

**“VULNERABILIDAD AGRÍCOLA DE LA FRANJA AGUACATERA  
DEL ESTADO DE MICHOACÁN ANTE EL IMPACTO DEL CAMBIO  
CLIMÁTICO”**

**TESIS**

PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**DOCTORA EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL**

PRESENTA

M.C. Claudia Victoria Hernández Ramírez

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Joel Bonales Valencia  
Doctor Ciencias Administrativas

Morelia, Michoacán, Agosto de 2014

## **CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS**

En la ciudad de Morelia, Michoacán, el día 25 de agosto del año 2014, la que suscribe CLAUDIA VICTORIA HERNÁNDEZ RAMÍREZ, alumna del Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional, adscrita al Instituto de Investigaciones de Investigaciones Económicas y Empresariales, manifiesta ser la autora intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección del Dr. Joel Bonales Valencia y cede los derechos del trabajo titulado “VULNERABILIDAD AGRÍCOLA DE LA FRANJA AGUACATERA DEL ESTADO DE MICHOACÁN ANTE EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMATICO” a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, para su difusión con fines académicos.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos sin el permiso del autor otorgado por escrito. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

---

**M.C. CLAUDIA VICTORIA HERNÁNDEZ RAMÍREZ**

## DEDICATORIA

*A la vida por permitirme tener a mi lado seres maravillosos;*

*A mi madre por darme la vida y su cariño incondicional;*

*A mi padre por su gran amor a sus hijos y a su lucha por la vida;*

*A mi hija, por su pequeña gran sabiduría;*

*A mi esposo, por ser el gran compañero que me ha apoyado en éste y*

*muchos proyectos de vida;*

*A mis amigos y amigas por su apoyo y solidaridad*

*A Dios por permitirme el privilegio de vivir.*

*Gracias por siempre*

*Claudia*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la UMSNH por permitirme el ingreso al programa y mi permanencia durante cuatro años.

Para todas las personas que han contribuido para la realización de la presente investigación como lo es el Dr. Carlos Francisco Ortiz Paniagua, el Dr. Francisco Javier Ayvar, el Dr. José Odón García García y el Dr. Jorge Víctor Alcaraz Vera, quienes con sus comentarios y análisis fueron aportando para la elaboración de un trabajo de calidad. Y por supuesto un agradecimiento especial al Dr. Joel Bonales Valencia, director de la presente investigación, cuyos consejos, enseñanzas y paciencia a través de cuatro años de trabajo conjunto, logró que no perdiera el camino y la culminación de este proyecto.

# ÍNDICE

GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIX
ABREVIATURAS.....	XXI
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
LOS FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
<b>1. LA VULNERABILIDAD EN EL MUNDO Y EN MÉXICO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO.....</b>	<b>6</b>
1.1. CONTEXTO AMBIENTAL .....	6
1.1.1. <i>Impactos del Cambio Climático en el Mundo</i> .....	6
1.1.2. <i>Los Impactos del Cambio Climático en México</i> .....	9
1.2. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO.....	11
1.2.1. <i>El Subsector Agrícola en México</i> .....	11
1.2.2. <i>Los Riesgos del Subsector Agrícola ante Desastres Naturales</i> .....	12
1.2.3. <i>Resiliencia del Sector Agrícola en México</i> .....	16
<b>2. EL CONTEXTO AGRÍCOLA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.....</b>	<b>19</b>
2.1. EL RIESGO DEL SUBSECTOR AGRÍCOLA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN .....	19
2.2. LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ESTADO DE MICHOACÁN .....	21
2.3. CAUSAS DE LAS PRINCIPALES PÉRDIDAS AGRÍCOLAS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN .....	22
2.4. EL CONTEXTO DE LA PRODUCCIÓN DEL AGUACATE EN MICHOACÁN .....	26
2.5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	29
2.6. OBJETIVO GENERAL .....	29
2.7. HIPÓTESIS GENERAL.....	29
2.8. VARIABLES.....	29
2.9. INDICADORES .....	30
2.10. DELIMITACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL .....	31
2.11. JUSTIFICACIÓN.....	31
2.12. TIPO DE ESTUDIO .....	33
2.13. OPERACIONALIDAD.....	34
<b>CAPITULO I. MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>36</b>
<b>3. EL ESTADO DE MICHOACÁN.....</b>	<b>37</b>
3.1. GENERALIDADES .....	37
3.2. LOCALIZACIÓN .....	37
3.3. ORGANIZACIÓN POLÍTICA .....	38
3.4. CONTEXTO AMBIENTAL DE MICHOACÁN.....	39
3.4.1. <i>Climas de Michoacán</i> .....	39
3.5. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO DEL ESTADO DE MICHOACÁN .....	40

3.5.1.	<i>La Economía en el Estado de Michoacán</i> .....	43
3.5.2.	<i>Índice de Desarrollo Humano en el Estado de Michoacán</i> .....	47
3.5.2.1.	Índice de Salud en el Estado de Michoacán.....	48
<b>4.</b>	<b>LA FRANJA AGUACATERA DEL ESTADO DE MICHOACÁN.....</b>	<b>50</b>
4.1.	HISTORIA Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUACATE .....	51
4.2.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	53
4.3.	ALTITUD.....	54
4.4.	TIPO DE SUELO .....	54
4.5.	TIPO DE CLIMA DE LA FRANJA AGUACATERA.....	55
4.6.	TEMPERATURAS MEDIAS .....	56
4.7.	PRECIPITACIÓN PLUVIAL .....	57
<b>5.</b>	<b>LA MICRORREGIÓN AGUACATERA APATZINGÁN, LOS REYES, TACÁMBARO Y URUAPAN DEL ESTADO DE MICHOACÁN.....</b>	<b>58</b>
5.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	58
5.2.	ALTITUD.....	59
5.3.	TIPO DE SUELO .....	59
5.4.	TIPO DE CLIMA .....	60
5.5.	TEMPERATURAS MEDIAS .....	61
5.6.	PRECIPITACIÓN PLUVIAL .....	61
<b>6.</b>	<b>MUNICIPIO DE APATZINGÁN, MICHOACÁN .....</b>	<b>62</b>
6.1.	HISTORIA.....	62
6.2.	GENERALIDADES .....	62
6.3.	MEDIO FÍSICO .....	64
6.4.	POBLACIÓN.....	66
6.5.	INFRAESTRUCTURA .....	67
6.6.	SALUD .....	67
6.7.	ECONOMÍA.....	67
<b>7.</b>	<b>MUNICIPIO DE LOS REYES DE SALGADO, MICHOACÁN .....</b>	<b>70</b>
7.1.	DATOS HISTÓRICOS.....	70
7.2.	GENERALIDADES .....	70
7.3.	MEDIO FÍSICO .....	71
7.4.	FAUNA.....	72
7.5.	POBLACIÓN.....	73
7.6.	SALUD .....	75
7.7.	ECONOMÍA.....	75
<b>8.</b>	<b>MUNICIPIO DE TACÁMBARO DE CODALLOS, MICHOACÁN .....</b>	<b>78</b>
8.1.	HISTORIA.....	78
8.2.	GENERALIDADES .....	78
8.3.	MEDIO FÍSICO .....	80
8.4.	POBLACIÓN.....	82
8.5.	SALUD .....	83
8.6.	ECONOMÍA.....	84

<b>9.</b>	<b>MUNICIPIO DE URUAPAN, MICHOACÁN .....</b>	<b>86</b>
9.1.	DATOS HISTÓRICOS .....	86
9.2.	GENERALIDADES .....	87
9.3.	MEDIO FÍSICO .....	88
9.4.	POBLACIÓN.....	90
9.5.	SALUD .....	93
9.6.	ECONOMÍA.....	93
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....</b>		<b>95</b>
<b>10.</b>	<b>LA CIENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>96</b>
10.1.	EL CLIMA .....	96
10.2.	EL CALENTAMIENTO GLOBAL.....	98
10.3.	EL EFECTO INVERNADERO .....	98
10.3.1.	<i>Los Gases Efecto Invernadero.....</i>	<i>101</i>
10.4.	EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	102
10.4.1.	<i>Origen del Cambio Climático.....</i>	<i>102</i>
10.5.	ESCENARIOS DE EMISIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	104
<b>11.</b>	<b>IMPACTO, RESILIENCIA, RIESGO Y VULNERABILIDAD.....</b>	<b>108</b>
11.1.	ECOSISTEMA Y SOCIEDAD .....	108
11.2.	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	109
11.3.	RIESGO DE DESASTRE .....	112
11.3.1.	<i>Amenaza.....</i>	<i>113</i>
11.3.2.	<i>Resiliencia.....</i>	<i>114</i>
11.3.3.	<i>Capacidad de Adaptación.....</i>	<i>116</i>
11.3.4.	<i>Exposición.....</i>	<i>117</i>
11.3.5.	<i>Vulnerabilidad ante el Impacto del Cambio Climático .....</i>	<i>118</i>
11.3.6.	<i>Vulnerabilidad Agrícola .....</i>	<i>120</i>
11.4.	ANÁLISIS REGIONAL.....	123
11.4.1.	<i>Concepto Espacio .....</i>	<i>123</i>
11.4.2.	<i>Concepto Región .....</i>	<i>124</i>
11.5.	CONCEPTO DE MUNICIPIO .....	126
11.5.1.	<i>Elementos Fundamentales del Municipio.....</i>	<i>127</i>
11.5.1.1.	<i>Elemento Humano .....</i>	<i>127</i>
11.5.1.2.	<i>Elemento Físico.....</i>	<i>127</i>
11.5.1.3.	<i>Elemento Formal .....</i>	<i>127</i>
11.6.	CONCEPTO DESARROLLO .....	129
11.6.1.	<i>Desarrollo Humano .....</i>	<i>130</i>
<b>CAPITULO II. METODOLOGÍA .....</b>		<b>135</b>
<b>12.</b>	<b>MODELOS DE MEDICION DE LA VULNERABILIDAD AGRICOLA ANTE EL CC.....</b>	<b>136</b>
12.1.	ENFOQUE ESTRUCTURAL .....	136
12.1.1.	<i>Metodología del Enfoque Estructural.....</i>	<i>138</i>
12.2.	ENFOQUE ESPACIAL O RICARDIANO .....	141
12.2.1.	<i>Metodología del Modelo Espacial o Ricardiano.....</i>	<i>144</i>

12.3.	MODELO DE VULNERABILIDAD AGRÍCOLA .....	147
12.3.1.	<i>Modelo de Vulnerabilidad del Gobierno de la República</i> .....	148
12.3.2.	<i>Modelo de Vulnerabilidad Agrícola de Santibáñez</i> .....	152
12.4.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	159
12.5.	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	160
12.5.1.	<i>Modelo de Vulnerabilidad Agrícola ante el Cambio Climático</i> .....	160
12.5.1.1.	Medición de la Variabilidad Climática.....	162
12.5.2.	<i>Cálculo de los Índices de los Componentes de la Vulnerabilidad Agrícola</i> .....	163
12.5.2.1.	Componentes de la Sensibilidad del Sistema de Producción.....	164
12.5.2.2.	Componentes de la Capacidad de Adaptación (CA).....	164
12.5.3.	<i>Estimación de la Vulnerabilidad Agrícola (VA)</i> .....	171
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS DE LA VULNERABILIDAD AGRÍCOLA POR MUNICIPIO .....</b>		<b>173</b>
<b>13.</b>	<b>MUNICIPIO DE APATZINGÁN, MICHOACÁN .....</b>	<b>175</b>
13.1.	LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO DE APATZINGÁN, MICHOACÁN.....	175
13.1.1.	<i>Temperatura Máxima</i> .....	175
13.1.2.	<i>Temperatura Mínima</i> .....	178
13.1.3.	<i>Temperatura Media</i> .....	181
13.1.4.	<i>Precipitación Total</i> .....	185
13.2.	SENSIBILIDAD DE LA PRODUCTIVIDAD ANTE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO DE APATZINGÁN .....	189
13.3.	CAPACIDAD ADAPTATIVA DEL MUNICIPIO Y DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE APATZINGÁN, MICHOACÁN .....	191
13.3.1.	<i>Sistema Productivo del Aguacate en el Municipio de Apatzingán</i> .....	191
13.3.1.1.	Índice de balance de disponibilidad de agua (IRT).....	191
13.3.1.2.	Índice de uso de tecnología de la agricultura para el aguacate de temporal en Apatzingán (UTA).....	192
13.3.2.	<i>Sistema Social del Aguacate de Temporal en el Municipio de Apatzingán</i> .....	192
13.3.3.	<i>Sistema Económico del Aguacate de temporal en Apatzingán, Michoacán</i> .....	194
13.3.3.1.	Índice del Uso de Tecnología en la Agricultura (UTA).....	194
13.3.3.2.	Índice del Valor de la Producción de Aguacate Municipal.....	195
13.4.	VULNERABILIDAD AGRÍCOLA DEL AGUACATE EN APATZINGÁN, MICHOACÁN .....	196
<b>14.</b>	<b>MUNICIPIO DE LOS REYES, MICHOACÁN .....</b>	<b>199</b>
14.1.	VARIABILIDAD CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO DE LOS REYES, MICHOACÁN .....	199
14.1.1.	<i>Temperatura Máxima</i> .....	199
14.1.2.	<i>Temperatura Mínima</i> .....	200
14.1.3.	<i>Temperatura Media</i> .....	202
14.1.4.	<i>Precipitación Total</i> .....	204
14.2.	SENSIBILIDAD DE LA PRODUCTIVIDAD ANTE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO DE LOS REYES .....	205
14.3.	CAPACIDAD ADAPTATIVA DEL MUNICIPIO Y DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LOS REYES, MICHOACÁN .....	207
14.3.1.	<i>Sistema Productivo del Aguacate en el Municipio de Los Reyes</i> .....	207
14.3.1.1.	Índice de balance de disponibilidad de agua (IRT).....	207
14.3.1.2.	Índice de Uso de Tecnología de la Agricultura para el Aguacate de Temporal en Los Reyes (UTA).....	208
14.3.2.	<i>Sistema Social del Aguacate de Temporal en el Municipio de Los Reyes</i> .....	208
14.3.3.	<i>Sistema Económico del Aguacate de Temporal en Los Reyes, Michoacán</i> .....	210
14.3.3.1.	Índice del Uso de Tecnología en la Agricultura (UTA).....	210
14.3.3.2.	Índice del Valor de la Producción de Aguacate Municipal.....	211
14.3.4.	<i>Vulnerabilidad Agrícola del Aguacate en Los Reyes, Michoacán</i> .....	212

<b>15. MUNICIPIO DE TACÁMBARO, MICHOACÁN .....</b>	<b>215</b>
15.1. VARIABILIDAD CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO DE TACÁMBARO, MICHOACÁN .....	215
15.1.1. <i>Temperatura Máxima</i> .....	215
15.1.2. <i>Temperatura Mínima</i> .....	216
15.1.3. <i>Temperatura Media</i> .....	217
15.1.4. <i>Precipitación Total</i> .....	218
15.1.5. <i>Sensibilidad de la Productividad ante la Variabilidad Climática del Municipio de Tacámbaro</i> 220	
15.2. CAPACIDAD ADAPTATIVA DEL MUNICIPIO Y DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE TACÁMBARO, MICHOACÁN .....	221
15.2.1. <i>Sistema Productivo del Aguacate en el Municipio de Tacámbaro</i> .....	221
15.2.1.1. Índice de balance de disponibilidad de agua (IRT).....	221
15.2.1.2. Índice de uso de tecnología de la agricultura para el aguacate de temporal en Tacámbaro (UTA). 222	
15.2.2. <i>Sistema Social del Aguacate de Temporal en el Municipio de Tacámbaro</i> .....	223
15.2.3. <i>Sistema Económica del Aguacate de Temporal en Tacámbaro, Michoacán</i> .....	224
15.2.3.1. Índice del Uso de Tecnología en la Agricultura (UTA).....	224
15.2.3.2. Índice del Valor de la Producción de Aguacate Municipal .....	225
15.3. VULNERABILIDAD AGRÍCOLA DEL AGUACATE EN TACÁMBARO, MICHOACÁN .....	226
<b>16. MUNICIPIO DE URUAPAN, MICHOACÁN.....</b>	<b>229</b>
16.1. VARIABILIDAD CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO DE URUAPAN, MICHOACÁN .....	229
16.1.1. <i>Temperatura Máxima</i> .....	229
16.1.2. <i>Temperatura Mínima</i> .....	230
16.1.3. <i>Temperatura Media</i> .....	231
16.1.4. <i>Precipitación Total</i> .....	232
16.2. SENSIBILIDAD DE LA PRODUCTIVIDAD ANTE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO DE URUAPAN .....	234
16.3. CAPACIDAD ADAPTATIVA DEL MUNICIPIO Y DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE URUAPAN, MICHOACÁN.....	236
16.3.1. <i>Sistema Productivo del Aguacate en el Municipio de Uruapan</i> .....	236
16.3.1.1. Índice de balance de disponibilidad de agua (IRT).....	236
16.3.1.2. Índice de Uso de Tecnología de la Agricultura para el Aguacate de Temporal en Uruapan (UTA) ..	237
16.3.2. <i>Sistema Social del Aguacate de Temporal en el Municipio de Uruapan</i> .....	237
16.3.3. <i>Sistema Económica del Aguacate de temporal en Uruapan, Michoacán</i> .....	239
16.3.3.1. Índice del Uso de Tecnología en la Agricultura (UTA).....	239
16.3.3.2. Índice del Valor de la Producción de Aguacate Municipal .....	240
16.4. VULNERABILIDAD AGRÍCOLA DEL AGUACATE EN URUAPAN, MICHOACÁN.....	241
<b>17. RESULTADOS DE LA MICROREGION RUTA APATZINGÁN, LOS REYES, TACÁMBARO Y URUAPAN. 244</b>	
17.1. VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE LA TEMPERATURA MÁXIMA .....	244
17.2. VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE LA TEMPERATURA MÍNIMA.....	245
17.3. VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE LA TEMPERATURA MEDIA .....	247
17.4. VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA PRECIPITACIÓN .....	248
17.5. SENSIBILIDAD .....	249
17.6. CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN .....	251
17.7. VULNERABILIDAD AGRÍCOLA.....	253
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>255</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>257</b>

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

<b>Adaptación</b>	Ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada (IPCC, 2001).
<b>Amenaza</b>	llamado también peligro, se refiere a la potencial ocurrencia de un suceso de origen natural o generado por el hombre, que puede manifestarse en un lugar específico con una intensidad y dirección determinada (Atlas Nacional del Riesgo, 2014)
<b>Cambio Climático</b>	Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras. Se debe tener en cuenta que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define ‘cambio climático’ como: ‘un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables’. La CMCC distingue entre ‘cambio climático’ atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales. También suele llamarse variabilidad climático (IPCC, 2001)
<b>Canasta alimentaria</b>	Conjunto de alimentos cuyo valor sirve para construir la línea de bienestar mínimo. Éstos se determinan de acuerdo con el patrón de consumo de un grupo de personas que satisfacen con ellos sus requerimientos de energía y nutrientes (CONEVAL, 2014)
<b>Capacidad de adaptación</b>	Capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas (IPCC, 2001).
<b>Clima</b>	Estado medio del tiempo’ o, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y variabilidad de las cantidades pertinentes durante períodos que pueden ser de meses a miles o millones de años. El período normal es de 30 años, según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Las cantidades aludidas son casi siempre variables de la superficie (por ejemplo, temperatura, precipitación o viento), aunque en un sentido más amplio el ‘clima’ es una descripción (incluso una descripción estadística) del estado del sistema climático (IPCC, 2001)
<b>Cultivo de riego</b>	Cultivo en el cual se proporciona el servicio de riego mediante obras de infraestructura hidroagrícola (CONAGUA, 2011).
<b>Cultivo de temporal</b>	Cultivo que se riega a través de precipitaciones naturales, sin que el ser humano contribuya con su distribución. (CONAGUA, 2011)
<b>Cultivos cíclicos</b>	Los cultivos cuyo periodo vegetativo es menor a un año (OIEDRUS-SONORA, 2014).

<b>Cultivos perennes</b>	Son aquellos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año (OIEDRUS-SONORA, 2014).
<b>Daños directos</b>	Pérdidas que están relacionadas con el daño físico, el cual se puede ver expresado en víctimas, daños a la infraestructura, el espacio urbano, deterioro del medio ambiente y en pérdidas de cultivos (RET, 2008).
<b>Daños indirectos</b>	Pérdidas que ocasionan la interrupción del transporte, los servicios públicos, de medios de información y en cuanto a los efectos económicos, ocasionan la alteración del comercio y de la industria (RET, 2008)
<b>Desastres hidrometeorológicos</b>	Son desastres ocasionados por la acción violenta de agentes atmosféricos, estos a su vez pueden modificar el paisaje y su principal elemento es el agua, algunos ejemplos de éstos agentes son: huracanes, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres –tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas, sequías y las indas cálidas y heladas (RET, 2008).
<b>EL Niño Oscilación del Sureste (ENOS)</b>	El Niño, es una corriente cálida que fluye periódicamente a lo largo de la costa de Ecuador y Perú, causando alteraciones en las pesquerías locales. Este fenómeno oceánico se asocia con una fluctuación de las pautas de presión intertropical en la superficie y la circulación en los Océanos Pacífico e Índico, llamada Oscilación Meridional, o ENOS. Durante el fenómeno de El Niño, los vientos imperantes se debilitan y la contracorriente del ecuador se refuerza, lo que provoca que las aguas cálidas superficiales de la zona de Indonesia fluyan hacia el Este y cubran las aguas frías de las corrientes de Perú. Este fenómeno tiene un gran impacto en los vientos, la temperatura de la superficie marina, y las pautas de precipitación del Pacífico tropical. Tiene efectos climáticos en toda la región del Pacífico y en muchas otras partes del mundo. El fenómeno opuesto a El Niño se llama La Niña (IPCC, 2001).
<b>Estratosfera</b>	En esta capa, la temperatura se incrementa hasta alcanzar aproximadamente los -10°C a unos 50 km de altitud. Es en esta capa donde se localiza la máxima concentración de ozono, “capa de ozono”, gas que al absorber parte de la radiación ultravioleta e infrarroja del Sol posibilita la existencia de condiciones adecuadas para la vida en la superficie de la Tierra. El tope de esta capa se denomina estratopausa (RECURSOSTIC.EDUCACION.ES, 2008)
<b>Evaporación</b>	La evaporación es el proceso por medio del cual el agua cambia del estado líquido al de vapor. La evaporación se produce a partir de las superficies de agua que existen en la tierra. Su medición es indispensable para poder determinar la cantidad de agua disponible para ser utilizada por el hombre en las ciudades y pueblos y para la vida animal y vegetal en el campo. La evaporación de una superficie puede expresarse como la cantidad de agua que vuelve a la atmósfera en forma de vapor en la unidad de tiempo. La unidad de altura es el milímetro y la de tiempo es el día, por lo tanto, la evaporación tiene como unidad el milímetro por día (mm/día) (IPCC, 2001).
<b>Impactos (climáticos)</b>	Consecuencias del cambio climático en sistemas humanos y naturales. Según la medida de la adaptación, se pueden distinguir impactos potenciales e impactos residuales (IPCC, 2001). <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos potenciales: Todos los impactos que pueden suceder dado un cambio proyectado en el clima, sin tener en cuenta las medidas de adaptación.</li> <li>• Impactos residuales: Los impactos del cambio climático que pueden ocurrir después de la adaptación.</li> </ul>
<b>Índice de desarrollo humano IDH</b>	Es “el proceso de ampliar la gama de opciones de las personas, brindándoles mayores oportunidades de educación, atención médica, ingreso y empleo e incluso tiene que ver con el total de opciones humanas, desde un entorno físico en buenas condiciones hasta libertades políticas y

económicas” (PNUD 1992:18). Se basa en un indicador social estadístico compuesto por el promedio simple de tres índices: el Índice de Educación, el Índice de Ingreso, y el Índice de Salud (UNDP, 2014)

<b>Índice de desarrollo relativo al género</b>	El IDG consiste en un ajuste al IDH cuyo propósito es establecer la magnitud de la discriminación de género en el desarrollo humano a través de la brecha entre hombres y mujeres en los indicadores que lo componen. El IDG incorpora en su fórmula la preferencia por la equidad entre hombres y mujeres en las tres dimensiones de desarrollo medidas por el IDH. Entre más grande sea la brecha entre hombres y mujeres en la esperanza de vida, educación o ingreso, mayor será la diferencia entre el valor del IDG y del IDH (PNUD, 2009, pág. 3)
<b>Inseguridad alimentaria</b>	Situación que existe cuando las personas carecen de acceso seguro a cantidades suficientes de alimentos nutritivos para el crecimiento y desarrollo normal y para una vida sana y activa. Puede estar causada por una falta de disponibilidad de comida, o un uso inadecuado de los alimentos a nivel nacional. La inseguridad alimentaria puede ser crónica, estacional o transitoria (IPCC, 2001).
<b>Intensidad de la pobreza extrema</b>	Se define como el producto de la incidencia de la pobreza extrema (porcentaje de población pobre extrema) y la proporción promedio de carencias sociales de la población pobre extrema (CONEVAL, 2014)
<b>Intensidad de la pobreza</b>	Se define como el producto de la medida de incidencia de la pobreza (porcentaje de población pobre) y la proporción promedio de carencias sociales de la población pobre (CONEVAL, 2014)
<b>Intensidad de la privación de la población con menos de una carencia</b>	Es el producto de la medida de incidencia (porcentaje) de la población que tiene al menos una carencia social y la proporción promedio de carencias de esa población (CONEVAL, 2014).
<b>Línea de bienestar mínimo</b>	Valor monetario de una canasta alimentaria básica (CONEVAL, 2014).
<b>Línea del bienestar</b>	Valor monetario de una canasta de alimentos, bienes y servicios básicos (CONEVAL, 2014).
<b>Localidad rural</b>	Localidad con población menor a 2500 habitantes y que no es cabecera municipal (CONAGUA, 2014).
<b>Localidad urbana</b>	Localidad con población igual o mayor a 2,500 habitantes, o que es cabecera municipal, independientemente del número de habitantes de acuerdo al último censo (CONAGUA, 2014).
<b>Mesosfera</b>	En ella, la temperatura vuelve a disminuir con la altura hasta los -140 °C. Llega a una altitud de 80 km, al final de los cuales se encuentra la mesopausa (RECURSOSTIC.EDUCACION.ES, 2008)
<b>No pobres y no vulnerables:</b>	Aquella población cuyo ingreso es superior a la línea de bienestar y que no tiene ninguna de las carencias sociales que se utilizan en la medición de la pobreza (CONEVAL, 2014).
<b>Peligro</b>	Probabilidad de ocurrencia de todo evento que afecte a seres humanos (CONAE, 2008)
<b>Pobreza</b>	Una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social (en los seis indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación) y su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias (CONEVAL, 2014).
<b>Pobreza alimentaria</b>	Incapacidad para obtener una canasta básica alimentaria, aun si se hiciera uso de todo el ingreso disponible en el hogar para comprar sólo los bienes de dicha canasta (CONEVAL, 2014).

<b>Pobreza de capacidades</b>	Insuficiencia del ingreso disponible para adquirir el valor de la canasta alimentaria y efectuar los gastos necesarios en salud y educación, aun dedicando el ingreso total de los hogares nada más que para estos fines (CONEVAL, 2014).
<b>Pobreza de patrimonio</b>	Insuficiencia del ingreso disponible para adquirir la canasta alimentaria, así como realizar los gastos necesarios en salud, vestido, vivienda, transporte y educación, aunque la totalidad del ingreso del hogar fuera utilizado exclusivamente para la adquisición de estos bienes y servicios (CONEVAL, 2014).
<b>Pobreza extrema</b>	Una persona se encuentra en situación de pobreza extrema cuando tiene tres o más carencias, de seis posibles, dentro del Índice de Privación Social y que, además, se encuentra por debajo de la línea de bienestar mínimo. Las personas en esta situación disponen de un ingreso tan bajo que, aun si lo dedicase por completo a la adquisición de alimentos, no podría adquirir los nutrientes necesarios para tener una vida sana (CONEVAL, 2014).
<b>Pobreza moderada</b>	Es aquella persona que siendo pobre, no es pobre extrema. La incidencia de pobreza moderada se obtiene al calcular la diferencia entre la incidencia de la población en pobreza menos la de la población en pobreza extrema (CONEVAL, 2014).
<b>Pobreza multidimensional</b>	Es la misma definición de pobreza descrita en este mismo glosario, la cual se deriva de la medición de la pobreza en México que define la Ley General de Desarrollo Social. La palabra multidimensional se refiere a que la metodología de medición de pobreza utiliza varias dimensiones o factores económicas y sociales en su concepción y definición (CONEVAL, 2014).
<b>Pobreza por ingresos</b>	Estimaciones realizadas anteriormente para la medición de la pobreza. Estas estimaciones cambiaron debido a que la Ley General de Desarrollo Social pide que la medición de la pobreza en el país se lleve a cabo con un enfoque multidimensional. La pobreza por ingresos consiste en comparar los ingresos de las personas con los valores monetarios de diferentes líneas alimentaria, capacidades y patrimonio (CONEVAL, 2014).
<b>Precipitación</b>	Agua en forma líquida o sólida, procedente de la atmósfera, que se deposita sobre la superficie de la tierra; incluye el rocío, la llovizna, la lluvia, el granizo, el aguanieve y la nieve (CONAGUA, 2014).
<b>Precipitación normal</b>	Es la precipitación medida para un periodo uniforme y relativamente largo, el cual debe tener como mínimo 30 años de datos, lo que se considera como un periodo climatológico mínimo representativo, y que inicie el 1° de enero de un año que termine en uno y finalice el 31 de diciembre de un año que termine en cero (CONAGUA, 2014).
<b>Producto interno bruto</b>	El PIB es igual a la producción total de bienes de consumo y de inversión, compras del gobierno y exportaciones netas a otros países. El producto interno bruto (PIB) es la medida más detallada de la producción total de bienes y servicios de un país. Es la suma de los valores monetarios del consumo (C), inversión bruta (I), compras del gobierno de bienes y servicios (G) Y exportaciones netas (X) producidas dentro de un país durante un año determinado (Samuelson & Norhaus, 2008).
<b>Región administrativa</b>	Área territorial definida de acuerdo a criterios hidrológicos en la que se considera a la cuenca como la unidad básica más apropiada para el manejo del agua y al municipio como la unidad mínima administrativa del país. La República Mexicana se ha dividido en 13 regiones administrativas. A las regiones administrativas también se les conoce como regiones hidrológico-administrativas (SEMARNAT, 2014).
<b>Riesgo</b>	Es el resultado de una amenaza y de la vulnerabilidad. Los eventos hidrometeorológicos extremos representan una amenaza, pero sólo llevan a un riesgo intolerable cuando existe la posibilidad de

afectar a un sector social, al combinarse con una condición de vulnerabilidad (Landa, Magaña, & Neri, 2008:14).

<b>Seguridad alimentaria</b>	Seguridad alimentaria existe cuando todas las personas en todo momento tienen acceso físico o económico a alimentos nutritivos, inocuos y suficientes para satisfacer las necesidades dietéticas y de su preferencia para una vida activa y saludable. Para lograr seguridad alimentaria deben cubrirse en su totalidad cuatro componentes: disponibilidad, estabilidad, accesibilidad y utilización (FAO, 2007).
<b>Sensibilidad</b>	Nivel en el que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados con el clima. El efecto puede ser directo (por ejemplo, un cambio en la producción de las cosechas en respuesta a la media, gama o variabilidad de las temperaturas) o indirecto (los daños causados por un aumento en la frecuencia de inundaciones costeras debido a una elevación del nivel del mar) (IPCC, 2001).
<b>Sequía</b>	Fenómeno que se produce cuando la precipitación ha estado muy por debajo de los niveles normalmente registrados, causando unos serios desequilibrios hidrológicos que afectan de manera adversa a los sistemas terrestres de producción de recursos (IPCC, 2001).
<b>Superficie Cosechada</b>	Es la superficie de la cual se obtuvo producción, incluyendo la que presentó siniestro parcial (OIEDRUS-SONORA, 2014).
<b>Superficie de riego</b>	Es el área donde se realiza la aplicación artificial de agua para beneficiar los cultivos (OIEDRUS-SONORA, 2014).
<b>Superficie de temporal</b>	Es el área en la que el desarrollo completo de los cultivos depende exclusivamente de las lluvias o de la humedad residual del suelo (OIEDRUS-SONORA, 2014).
<b>Superficie Sembrada</b>	Es la superficie agrícola en la cual se deposita la semilla de cualquier cultivo, previa preparación del suelo (OIEDRUS-SONORA, 2014).
<b>Superficie Siniestrada</b>	Es el área sembrada que en el ciclo o año agrícola registra pérdida total por afectación de fenómenos climáticos o por plagas y enfermedades. En el caso de perennes, se reconoce la pérdida total por siniestros con afectación sólo para la producción del año agrícola de que se trate, considerando que la plantación queda en posibilidad de ser cosechada en el año siguiente (OIEDRUS-SONORA, 2014).
<b>Temperatura máxima</b>	La temperatura máxima diaria se obtiene a partir de la máxima registrada dentro de los 24 registros horarios que surgen de la lectura de la banda de termógrafo. Estos registros se comparan con la lectura del termómetro de mercurio de máxima (INIA).
<b>Temperatura media</b>	La temperatura media diaria se obtiene a partir de la media aritmética de 24 registros horarios que surgen de la lectura de la banda de termógrafo. Estos registros son corregidos mediante un índice que surge de 3 lecturas diarias (a las 9, 15 y 21 horas) de temperatura de termómetro de mercurio (INIA).
<b>Temperatura mínima</b>	La temperatura mínima diaria del aire se obtiene a partir de la mínima registrada dentro de los 24 registros horarios que surgen de la lectura de la banda de termógrafo. Estos registros se comparan con la lectura del termómetro de alcohol de mínima (INIA).
<b>Termosfera</b>	Es la última capa, que se extiende hasta varios cientos de kilómetros de altitud, presentando temperaturas crecientes hasta los 1000 °C. Aquí los gases presentan una densidad muy baja y se encuentran ionizados (RECURSOSTIC.EDUCACION.ES, 2008).

<b>Troposfera</b>	Es la capa más baja, en la que se desarrolla la vida y la mayoría de los fenómenos meteorológicos. Se extiende hasta una altura aproximada de 10 km en los polos y 18 km en el ecuador. En la troposfera la temperatura disminuye paulatinamente con la altura hasta alcanzar los -70° C. Su límite superior es la tropopausa (RECURSOSTIC.EDUCACION.ES, 2008).
<b>Variabilidad climática</b>	Por variabilidad climática se entiende la variación puntual de Temperatura y Precipitación alrededor del valor medio, y es muy importante para entender los efectos del CC (CRID, 2010).
<b>Vulnerabilidad por carencias sociales</b>	Aquella población que presenta una o más carencias sociales, pero cuyo ingreso es superior a la línea de bienestar (CONEVAL, 2014).
<b>Vulnerabilidad por ingresos</b>	Aquella población que no presenta carencias sociales pero cuyo ingreso es inferior o igual a la línea de bienestar (CONEVAL, 2014).
<b>Vulnerabilidad</b>	Es la probabilidad de que una comunidad expuesta a una amenaza natural, pueda sufrir daños humanos y materiales según el grado de fragilidad de sus elementos: infraestructura, vivienda, actividades productivas, organización, sistemas de alerta y desarrollo político-institucional. La magnitud de esos daños, también está relacionada con el grado de vulnerabilidad. Esta condición no está determinada por la posible ocurrencia de fenómenos peligrosos, sino por la forma en que las sociedades se desarrollan, se preparan o no para enfrentar el riesgo o para recuperarse de los desastres (TIERRA DE IDEAS, S/N)

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Posibles Impactos del Cambio Climático. Calentamiento hasta 2090-2099, respecto de 1980-1999 con escenarios sin mitigación.....	8
Fig. 2. Principales productos agrícolas en México en base a su valor de producción.....	12
Fig. 3. Posibles impactos socioeconómicos de El Niño 1997-1998 en Latinoamérica.....	13
Fig. 4. Estructura porcentual de las pérdidas económicas por desastres en México durante el periodo 1999-2008.....	14
Fig. 5. Pérdidas estimadas por fenómenos hidrometeorológicos durante el periodo 1999-2009.....	15
Fig. 6. Posición de los estados de acuerdo a su resiliencia.....	16
Fig. 7. Valor de indicadores sectoriales del índice de resiliencia.....	17
Fig. 8. Tendencia de producción agrícola en el estado de Michoacán 1989-2009.....	19
Fig. 9. Tipo de agricultura riego vs temporal de los principales productos en el Estado de Michoacán 2013.....	20
Fig. 10. Comportamiento del área sembrada respecto al área siniestrada en el estado de Michoacán 2009.....	23
Fig. 11. Estructura porcentual de las pérdidas económicas por desastres en Michoacán 1999-2008.....	23
Fig. 12. Estructura porcentual de las pérdidas económicas por desastres en Michoacán 1999-2008.....	24
Fig. 13. Comparativo de las pérdidas por fenómenos meteorológicos durante el periodo 2006-2009.....	25
Fig. 14. Tendencia de la superficie sembrada con aguacate de temporal en Michoacán durante el periodo 2003-2009.....	26
Fig. 15. Tendencia del volumen de producción vs el valor de producción de aguacate de temporal en Michoacán durante el periodo 2003-2009.....	27
Fig. 16. Municipios con mayor pérdida porcentual de la superficie sembrada con aguacate de temporal durante el 2011 en Michoacán.....	28
Fig. 17. Ubicación del Estado de Michoacán en México.....	37
Fuente: travelbymexico.com, (2014).....	37
Fig. 18. Mapa del Clima del Estado de Michoacán de Ocampo.....	41
Fig. 19. Regionalización del Estado de Michoacán.....	42
Fig. 20. Contribución de los Sectores Económicos al PIB Estatal de Michoacán 2010.....	44
Fig. 21. Crecimiento de cada sector económico en el estado de Michoacán 2005-2009.....	45
Fig. 22. Índice de desarrollo humano en los Municipios de Michoacán.....	48
Fig. 23. Esperanza de vida al nacer por entidad federativa 2006.....	49
Fig. 24. Mapa de la franja Aguacatera en el Estado de Michoacán.....	50
Fig. 25. Superficie ocupada por las huertas de aguacate en la franja aguacatera del estado de Michoacán y altitud de los municipios.....	53
Fig. 26. Tipos de suelo de la región aguacatera.....	55
Fig. 27. Climas de la Franja Aguacatera en el estado de Michoacán.....	56
Fig. 28. Mapa de la Microrregión aguacatera ruta Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro, Uruapan del Estado de Michoacán.....	59
Fig. 29. Tipos de suelo de la microrregión ruta Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro, Uruapan del Estado de Michoacán.....	60
Fig. 30. Ubicación geográfica del municipio de Apatzingán, Michoacán.....	63
Fig. 31. Mapa de climas en el municipio de Apatzingán de Ramos.....	65
Fig. 32. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación en el municipio de Apatzingán.....	65
Fig. 33. Principales productos agrícolas por superficie sembrada en Apatzingán, 2013.....	69
Fig. 34. Ubicación Geográfica del Municipio de Los Reyes, Michoacán.....	71
Fig. 35. Mapa de climas en Los Reyes, Michoacán.....	72
Fig. 36. Mapa de Uso de suelo y vegetación en el municipio de Los Reyes, Michoacán.....	73
Fig. 37. Principales productos agrícolas por superficie sembrada en Los Reyes, 2013.....	76
Fig. 38. Ubicación geográfica del municipio de Tacámbaro, Michoacán.....	79
Fig. 39. Mapa de climas en Tacámbaro, Michoacán.....	80
Fig. 40. Mapa de Uso de suelo y vegetación en el municipio de Tacámbaro, Michoacán.....	81
Fig. 41. Principales productos agrícolas por superficie sembrada en Tacámbaro, 2013.....	84
Fig. 42. Ubicación geográfica del municipio de Uruapan, Michoacán.....	88
Fig. 43. Mapa de climas en Uruapan, Michoacán.....	89

Fig. 44. Mapa de Uso de suelo y vegetación en el municipio de Uruapan, Michoacán.....	91
Fig. 45. Principales productos agrícolas por superficie sembrada en Uruapan, 2013.....	94
Fig. 46. Efecto Invernadero. ....	99
Fig. 47. Concentración de CO <sub>2</sub> en la Atmósfera y la Temperatura Media Global de los últimos 1000 Años .....	100
Fig. 48. El Clima de la Tierra hasta el año 1950. ....	103
Fig. 49. Principales Características de las Cuatro Líneas Evolutivas y Familias de Escenarios. ....	105
Fig. 50. Estructura del Indicador de Vulnerabilidad-Resiliencia, VRIP. ....	116
Fig. 51 Componentes de la vulnerabilidad de las comunidades frente a los cambios climáticos. ....	119
Fig. 52. Factores que componen la vulnerabilidad agrícola. ....	121
Fig. 53. Bienes, funcionamientos y capacidades que explican el Desarrollo Humano. ....	131
Fig. 54. Esquema del modelo de Vulnerabilidad Agrícola del Gobierno de la República Mexicana.....	148
Fig. 55. Tendencia de la temperatura máxima en Apatzingán, Apatzingán 1922-2009. ....	176
Fig. 56. Tendencia de la temperatura máxima en el municipio de Arteaga, Apatzingán 1957-2010. ....	177
Fig. 57. Tendencia de la temperatura máxima en la localidad de Acahuato, Apatzingán 1980-2010. ....	178
Fig. 58. Tendencia de la temperatura mínima en la localidad de Apatzingán, Apatzingán 1922-2009. ....	179
Fig. 59. Tendencia de la temperatura mínima en la localidad de Arteaga, Apatzingán 1957-2010. ....	180
Fig. 60. Tendencias de las temperaturas mínimas en la localidad de Acahuato, Apatzingán 1957-2010. ....	181
Fig. 61. Tendencia de la temperatura media en la localidad de Apatzingán, Apatzingán 1922-2009. ....	182
Fig. 62. Tendencia de la temperatura media en la localidad de Arteaga, Apatzingán 1957-2010. ....	183
Fig. 63. Tendencias de las temperatura media en la localidad de Acahuato, Apatzingán 1980-2010. ....	184
Fig. 64. Tendencia del comportamiento de la precipitación total en Apatzingán, Apatzingán 1922-2010. ....	186
Fig. 65 Tendencia del comportamiento de la precipitación total en Arteaga, Apatzingán 1957-2010. ....	187
Fig. 66. Tendencia del comportamiento de la precipitación total en la localidad de Acahuato, Apatzingán 1980-2010..	189
Fig. 67. Tendencia del rendimiento del aguacate de temporal vs de riego en el municipio de Apatzingán, Michoacán 2003-2011. ....	190
Fig. 68. Tendencia de la temperatura máxima Enero-Junio en Los Reyes, Michoacán 1955-1998. ....	200
Fig. 69. Tendencia de la temperatura máxima Julio-Diciembre en Los Reyes, Michoacán 1955-1998. ....	200
Fig. 70. Tendencia de la Temperatura Mínima Ene-Jun en Los Reyes, Michoacán 1955-1998. ....	201
Fig. 71. Tendencia de la Temperatura Mínima julio-diciembre en Los Reyes, Michoacán 1955-1998.....	202
Fig. 72. Tendencia de la Temperatura Media en el Municipio de Los Reyes, Michoacán 1955-1998. ....	203
Fig. 73. Tendencia de la Temperatura Media en el Municipio de Los Reyes, Michoacán. ....	203
Fig. 74. Comportamiento de la precipitación total en el municipio de Los Reyes, Michoacán 1955-1998. ....	205
Fig. 75. Tendencia del Rendimiento del Aguacate de Temporal vs Aguacate de Riego en el Municipio de Los Reyes, Michoacán 2003-2012. ....	206
Fig. 76. Tendencia de la temperatura máxima en el municipio de Tacámbaro, Michoacán 1922-2005. ....	216
Fig. 77. Tendencia de la temperatura mínima en el municipio de Tacámbaro, Michoacán 1922-2005.....	217
Fig. 78. Tendencia de la temperatura media en el municipio de Tacámbaro, Michoacán.....	218
Fig. 79. Comportamiento de la precipitación total en el municipio de Tacámbaro, Michoacán 1922-2005.....	219
Fig. 80. Tendencia del rendimiento del aguacate de temporal vs aguacate de riego en Tacámbaro, Michoacán 2003-2012. .....	221
Fig. 81. Tendencia de la temperatura máxima en el municipio de Uruapan, Michoacán 1962-1999. ....	230
Fig. 82. Tendencia de la temperatura mínima en el municipio de Uruapan, Michoacán 1962-1999.....	231
Fig. 83. Tendencia de la temperatura media en el municipio de Uruapan, Michoacán 1961-1999.....	232
Fig. 84. Comportamiento de la precipitación total en el municipio de Uruapan, Michoacán 1962-1999.....	234
Fig. 85. Tendencia del rendimiento del aguacate de temporal vs aguacate de riego en el municipio de Uruapan, Michoacán 2003-2012. ....	235
Figura 86. Variabilidad Climática de la Temperatura Máxima en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan. ....	244
Figura 87. Variabilidad Climática de la Temperatura Mínima en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.....	246

Figura 88. Variabilidad Climática de la Temperatura Media en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.....	248
Figura 89. Comparativo de la VC precipitación promedio en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.....	249
Fig. 90. Variabilidad en el Rendimiento de Aguacate Hass en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán 2003-2012.....	250
Fig. 91. Comparativo de la Capacidad de Adaptación en la microrregión de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.....	252
Fig. 92. Vulnerabilidad Agrícola del Aguacate Hass de Temporal en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.....	254

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Sectores Vulnerables ante el Cambio Climático en el Estado de Michoacán.....	22
<b>Tabla 2.</b> Estimación de áreas agrícolas siniestradas por fenómenos naturales y antropogénicos en el estado de Michoacán 2006-2009. ....	25
<b>Tabla 3.</b> Los Gases Efecto Invernadero y algunas de sus características.....	102
<b>Tabla 4.</b> Principales Autores de la Vulnerabilidad Agrícola.....	121
<b>Tabla 5.</b> Valores para la Ponderación de Indicadores de la Vulnerabilidad Agrícola. ....	172
<b>Tabla 6.</b> Valores de ponderación para la estimación de la Vulnerabilidad Agrícola. ....	172
<b>Tabla 7.</b> Tendencias de las temperaturas del Municipio de Apatzingán 1922-2010.....	185
<b>Tabla 8.</b> Variabilidad climática de precipitación para Apatzingán, Apatzingán 1922-2009. ....	185
<b>Tabla 9.</b> Variabilidad climática de precipitación para Arteaga, Apatzingán 1957-2010.....	187
<b>Tabla 10.</b> Variabilidad climática de precipitación para Acahuato, Apatzingán 1980-2010. ....	188
<b>Tabla 11.</b> Sensibilidad en el rendimiento del Aguacate de temporal en el municipio de Apatzingán. ....	190
<b>Tabla 12.</b> IRT del municipio de Apatzingán, Michoacán 2003-2011. ....	191
<b>Tabla 13.</b> CSP para el Municipio de Apatzingán.....	192
<b>Tabla 14.</b> IDG e IDH para el municipio de Apatzingán. ....	192
<b>Tabla 15.</b> CSS para el municipio de Apatzingán. ....	194
<b>Tabla 16.</b> UTA para Apatzingán.....	194
<b>Tabla 17.</b> Índice de Valor de Producción para Apatzingán.....	195
<b>Tabla 18.</b> CSE para el municipio de Apatzingán. ....	195
<b>Tabla 19.</b> CA para el municipio de Apatzingán.....	196
<b>Tabla 20.</b> Vulnerabilidad agrícola del municipio de Apatzingán. ....	196
<b>Tabla 21.</b> Tendencias de las temperaturas del Municipio de Los Reyes 1955-1998.....	204
<b>Tabla 22.</b> Variabilidad climática de precipitación para el municipio de Los Reyes. ....	205
<b>Tabla 23.</b> Sensibilidad en el rendimiento en el municipio de Los Reyes.....	207
<b>Tabla 24.</b> IRT del municipio de Los Reyes, Michoacán.....	208
<b>Tabla 25.</b> CSP del municipio de los Reyes. ....	208
<b>Tabla 26.</b> IDG e IDH del municipio de los Reyes.....	209
<b>Tabla 27.</b> CSS del municipio de los Reyes. ....	210
<b>Tabla 28.</b> UTA del municipio de los Reyes. ....	211
<b>Tabla 29.</b> Índice de valor de la producción del municipio de los Reyes. ....	211
<b>Tabla 30.</b> CSE del municipio de los Reyes. ....	212
<b>Tabla 31.</b> CA del municipio de Los Reyes. ....	212
<b>Tabla 32.</b> Vulnerabilidad agrícola del municipio de Los Reyes.....	212
<b>Tabla 33.</b> Tendencias de las temperaturas del Municipio de Tacámbaro 1922-2005.....	218
<b>Tabla 34.</b> Promedios de comportamiento por década de la precipitación total en Tacámbaro, Michoacán. 1922-2005. ....	219
<b>Tabla 35.</b> Variabilidad climática de precipitación en el municipio de Tacámbaro. ....	220
<b>Tabla 36.</b> Sensibilidad en el rendimiento productivo en el municipio de Tacámbaro. ....	221
<b>Tabla 37.</b> IRT del municipio de Tacámbaro, Michoacán. ....	222
<b>Tabla 38.</b> CSP del municipio de Tacámbaro, Michoacán.....	222
<b>Tabla 39.</b> IDG e IDH del municipio de Tacámbaro, Michoacán 2005. ....	223
<b>Tabla 40.</b> CSS del municipio de Tacámbaro, Michoacán.....	224
<b>Tabla 41.</b> UTA del municipio de Tacámbaro, Michoacán.....	224
<b>Tabla 42.</b> Índice de valor de producción del municipio de Tacámbaro, Michoacán.....	225
<b>Tabla 43.</b> CSE del municipio de Tacámbaro, Michoacán.....	225
<b>Tabla 44.</b> CA del municipio de Tacámbaro, Michoacán. ....	226
<b>Tabla 45.</b> Vulnerabilidad agrícola del municipio de Tacámbaro. ....	226
<b>Tabla 46.</b> Tendencias de las temperaturas del Municipio de Uruapan 1962-1999.....	232
<b>Tabla 47.</b> Promedios de la precipitación total en Uruapan, Michoacán 1962-1999. ....	233

<b>Tabla 48.</b> Variabilidad climática del municipio de Uruapan.....	234
<b>Tabla 49.</b> Sensibilidad en el rendimiento productivo en el municipio de Uruapan .....	236
<b>Tabla 50.</b> IRT del municipio de Uruapan, Michoacán. ....	237
<b>Tabla 51.</b> CSP del municipio de Uruapan, Michoacán.....	237
<b>Tabla 52.</b> IDG e IDH del municipio de Uruapan, Michoacán. ....	238
<b>Tabla 53.</b> CSS del municipio de Uruapan, Michoacán. ....	239
<b>Tabla 54.</b> UTA del municipio de Uruapan, Michoacán. ....	239
<b>Tabla 55.</b> Índice de valor de producción del municipio de Uruapan, Michoacán. ....	240
<b>Tabla 56.</b> CSE del municipio de Uruapan, Michoacán.....	240
<b>Tabla 57.</b> CA del municipio de Uruapan, Michoacán. ....	241
<b>Tabla 58.</b> Vulnerabilidad agrícola del municipio de Uruapan, Michoacán.....	241
<b>Tabla 59.</b> Temperaturas máximas promedio en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan en el estado de Michoacán.....	245
<b>Tabla 60.</b> Temperaturas mínimas promedio en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan en el estado de Michoacán.....	246
<b>Tabla 61.</b> Temperaturas medias promedio en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan. ....	247
<b>Tabla 62.</b> Temperaturas medias promedio en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan., Michoacán. ....	247
<b>Tabla 63.</b> Variación en la Sensibilidad en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan.....	249
<b>Tabla 64.</b> Tabla de ponderación de la Capacidad de Adaptación. ....	251
<b>Tabla 65.</b> Tabla de comparación de CSP, CSS, CSE y CA en la microrregión de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.....	251
<b>Tabla 66.</b> Resultado de estimación de Vulnerabilidad agrícola en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.....	254

## ABREVIATURAS

<b>CC</b>	Cambio Climático
<b>CENAPRED</b>	Centro Nacional de Prevención de Desastres
<b>CONAGUA</b>	Comisión Nacional del Agua
<b>CONAPO</b>	Consejo Nacional de Población
<b>CONEVAL</b>	Consejo Nacional de Evaluación Política de Desarrollo Social
<b>EI</b>	Efecto Invernadero
<b>ENSO o ENOS</b>	El Niño Southern Oscillation. El Niño Oscilación del Sur.
<b>FVT</b>	Faja Volcánica Transmexicana
<b>GEI</b>	Gases Efecto Invernadero
<b>IDH</b>	Índice de Desarrollo Humano
<b>IDG</b>	Índice de Desarrollo de Género
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Ecología
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
<b>IPCC</b>	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (por sus siglas en inglés).
<b>LGDS</b>	Ley General de Desarrollo Social
<b>MCG</b>	Modelo de Circulación General
<b>MCO</b>	Modelo Cuadrático Ordinario
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo
<b>R</b>	Región
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>SIAP</b>	Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera
<b>SMN</b>	Sistema Meteorológico Nacional
<b>V</b>	Vulnerabilidad
<b>VA</b>	Vulnerabilidad Agrícola

## RESUMEN

La *Vulnerabilidad Agrícola* (VA) es el daño potencial que podría ocurrir en una región y a su población respecto a un producto agrícola bajo el riesgo del Cambio Climático (CC).

Este trabajo realiza una estimación de VA del aguacate Hass en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán.

La metodología de medición de VA se basa en el modelo modificado de Santibáñez (2010), donde las variables se conforman por la Variabilidad Climática, la Sensibilidad del Producto y la Capacidad de Adaptación que consideran factores económicos, sociales y las características del sistema de producción.

Los resultados muestran que los cuatro municipios estudiados presentan una VC de temperatura en valores absolutos de 1°C a 2°C; de aquí el único municipio que se presenta dentro del umbral mínimo aceptado para el cultivo del aguacate Hass es Tacámbaro (10°C con tendencia negativa). Por otra parte la capacidad de adaptación en los municipios también presenta debilidades principalmente en el sistema económico y del sistema productivo.

En general con base a la estimación de VA se demuestra que los municipios de Apatzingán, Los Reyes y Uruapan presentan una vulnerabilidad media ante el impacto del cambio climático. Mientras que Tacámbaro es un municipio con alta vulnerabilidad que requiere atención inmediata.

**Palabras clave:** Cambio Climático, Vulnerabilidad Agrícola, Capacidad de Adaptación.

## ABSTRACT

*Agricultural Vulnerability (AV)* is the potential damage that could occur in a region and its population regarding an agricultural product, under Climate Change risk.

This paper is based on the AV study of one of the most important products of Michoacan State -Hass Avocado-, not only for being the first national producer of it, but because of the potential social consequences that could arise between the population whose main activity is based on this culture within the State.

Municipalities considered for this study are Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro and Uruapan.

The methodology for the AV measurement is based on the model of Santibáñez (2010) with a modification in economic system variable. This model is mainly used three variables: Climatic Variability (CV), Product Sensitivity represented by Production Yield in annual ton / has; and the Adaptation Capacity where are considered economic, social and the characteristics of the production system factors.

The results show that in four municipalities studied, they have a temperature VC in absolute values from 1° C to 2° C; here in only municipality that occurs within the minimum requirement of temperature accepted for the cultivation of the avocado Hass is Tacámbaro (10 ° C with negative trend). On the other hand the AC in the municipalities also presents weaknesses mainly in the economic system and the production system.

In general, the estimation of AV shows that Apatzingán, Los Reyes and Uruapan provide a Media Vulnerability to the climate change impact. On the other hand, Tacámbaro is a municipality with High Vulnerability that requires immediate attention.

Key Words: Climate Change, Agriculture Vulnerability, Adaptive Capacity.

## INTRODUCCIÓN

El Cambio Climático (CC) es uno de los temas que en los últimos tiempos ha cobrado gran importancia, no solamente por las causas de origen de este fenómeno, sino principalmente por el impacto que puede causar al ser humano y a los ecosistemas.

En el mundo, el número de desastres relacionados con el clima ha experimentado un significativo incremento durante los últimos treinta años, ya que de acuerdo con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), las inundaciones y las tormentas muestran una fuerte tendencia de incremento pasando de 30 a 60 eventos por año a más de 150 en los últimos trece años; los eventos por temperaturas extremas se han mantenido de 20 a 30 por año; y, las sequías dentro del promedio de 15 a 17 por año (INEGI, 2013). Sin embargo, el impacto de estos acontecimientos se ve incrementado por el conjunto de condiciones de inseguridad en las que se encuentran expuestas las diversas comunidades, tal como, la insuficiente capacidad de respuesta de sus sistemas y recuperarse de un desastre, y el comportamiento del hombre, que con su conducta puede contribuir a maximizar factores de riesgo. Esto significa que si ocurriese un desastre natural, el nivel de impacto no solo dependería de dicho desastre, sino también de las características físicas e infraestructura socioeconómicas de la entidad (IPCC, 1997).

En este sentido, el Panel Intergubernamental para el CC (IPCC, por sus siglas en inglés) expone que uno de los principales sectores de la actividad humana que se verá afectado por el fenómeno del CC es la producción de alimentos, ya que, por una parte debe mantenerse la producción y por otro, el incremento de la población implica que año con año se requiera un incremento en la demanda (IPCC, 2001). No obstante, existen diversos factores que impiden lograr dicho objetivo, entre ellos se tienen elementos como la contaminación química y física del agua, la saturación, salinidad, erosión o compactación de suelos, cambio en el comportamiento de los ciclos de lluvias, las sequias, las heladas, la reducción la mano de obra, etc. (INEGI, 2013).

Esta situación muestra que la agricultura siendo una de las principales actividades humanas en el sentido de que es el principal sustento de la supervivencia humana, y de ser una

actividad económica fundamental, es una actividad fuertemente dependiente del comportamiento del clima, se encuentra expuesta y vulnerable ante cualquier cambio ambiental, y ello se resentirá ampliamente en la producción de alimentos, y en consecuencia en la economía y en la estabilidad social de las diferentes localidades.

Este trabajo tiene como principal propósito establecer una medición de la Vulnerabilidad Agrícola (VA) del aguacate de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, que forman parte de la denominada “Franja Aguacatera” (Gutiérrez-Contreras, Lara-Chávez, Guillén-Andrade, & Chávez-Bárceñas, 2010) del estado de Michoacán. Esta medición se realiza a través de una metodología tridimensional que proporciona la información económica, social y ambiental y expone las fortalezas y debilidades de cada municipio, dentro de su propio contexto social y económico.

El trabajo se divide en seis partes, en la primera se exponen los fundamentos de la investigación en donde se presenta el problema de investigación, el objetivo, la hipótesis, las variables e indicadores, la justificación y todas los conceptos que enmarcan la importancia y viabilidad del tema de estudio.

En seguida, el primer capítulo se divide en dos partes, la primera enmarca el marco referencial que refiere las características económicas, sociales, culturales y ambientales de cada región, iniciando con el estado de Michoacán, seguido por la Región Aguacatera y en última instancia se conceptualizan los cuatro municipios que conforman las regiones específicas de estudio.

Como segunda parte del este capítulo, se establece el marco teórico que expone el estado del arte del tema de Cambio Climático (CC) Vulnerabilidad Agrícola (VA), y los conceptos de Índice de Desarrollo Humano, así como los principales expositores de los modelos de VA. En el capítulo II se presenta la metodología de medición de VA con la cual se realizará la estimación la variable principal. El capítulo III establece los resultados obtenidos a través de la metodología seleccionada. Seguido por la discusión del tema, y por ultimo las conclusiones finales.

En este sentido se da inicio al trabajo anteriormente descrito.

## **LOS FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

En este apartado se despliegan los elementos fundamentales de la investigación, en donde se plantea el problema de investigación basado en la importancia y relevancia que representa el tema para el estado de Michoacán y la justificación del mismo.

La sección inicia con una breve descripción sobre los posibles impactos del fenómeno del CC mundial, nacional y estatal. Más adelante se establece un contexto socio-económico del país y del estado de Michoacán para conocer los antecedentes generales sobre los cuales se presenta dicho fenómeno y se muestran los efectos particulares que el CC ha generado tanto en el ámbito nacional como estatal en la agricultura. Más adelante se muestra el contexto del aguacate Hass como principal producto agrícola en el estado de Michoacán y su importancia productiva, económica y social. De esta manera se establece un problema agrícola dentro de un contexto regional con necesidades municipales con características ambientales, sociales, económicas propias ante un evento ambiental. Por último la sección cierra con la preguntas de investigación, el objetivo que persigue, la hipótesis, esquematizado esto en una matriz de congruencia.

Por lo que a continuación se inicia con este apartado.

# 1. LA VULNERABILIDAD EN EL MUNDO Y EN MÉXICO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

## 1.1. Contexto Ambiental

### 1.1.1. Impactos del Cambio Climático en el Mundo

Durante los últimos 400 mil años, el clima de la Tierra ha sido inestable, con temperaturas oscilantes de un clima cálido a una edad de hielo en tan sólo unas décadas. Sin embargo, estas variaciones han sido menos frecuentes de 10 mil años a la fecha.

Según la información científica disponible, de 1750 a la fecha la concentración de gases de invernadero en la atmósfera ha aumentado en su mayor parte como resultado de la actividad humana, tal como la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), deforestación y actividades agrícolas, entre otras. La concentración atmosférica del bióxido de carbono se ha incrementado desde entonces en 31 por ciento (IPCC, 2001).

Como consecuencia del incremento de los niveles de concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> y otros gases de invernadero, se espera que la temperatura media superficial a nivel global aumente entre 1.4 y 5.8° C de 1990 al 2100. Dicho incremento en la temperatura no sólo es entre dos y 10 veces superior al observado en los últimos 100 años (0.6° C), sino que, además, no tiene precedente en los mil años anteriores y se pronostica que ocurrirá a un ritmo significativamente más rápido que los cambios observados en los últimos 10 mil años (Watson Ch., 2000).

En este sentido, la incidencia de sucesos climáticos extremos está aumentando en algunas partes del mundo. Por ejemplo, los episodios de *El Niño* han sido más frecuentes, persistentes e intensos desde mediados de la década de los años 70, comparados con los observados durante el siglo pasado; en algunas regiones, como en partes de Asia y África, se ha observado un incremento en la frecuencia e intensidad de las sequías durante las últimas décadas; algunos aspectos importantes del clima parecen no haber sufrido cambios, tal es el caso de la frecuencia e intensidad de las tormentas tropicales y el número de días con tormentas eléctricas o granizo (IPCC, 2001).

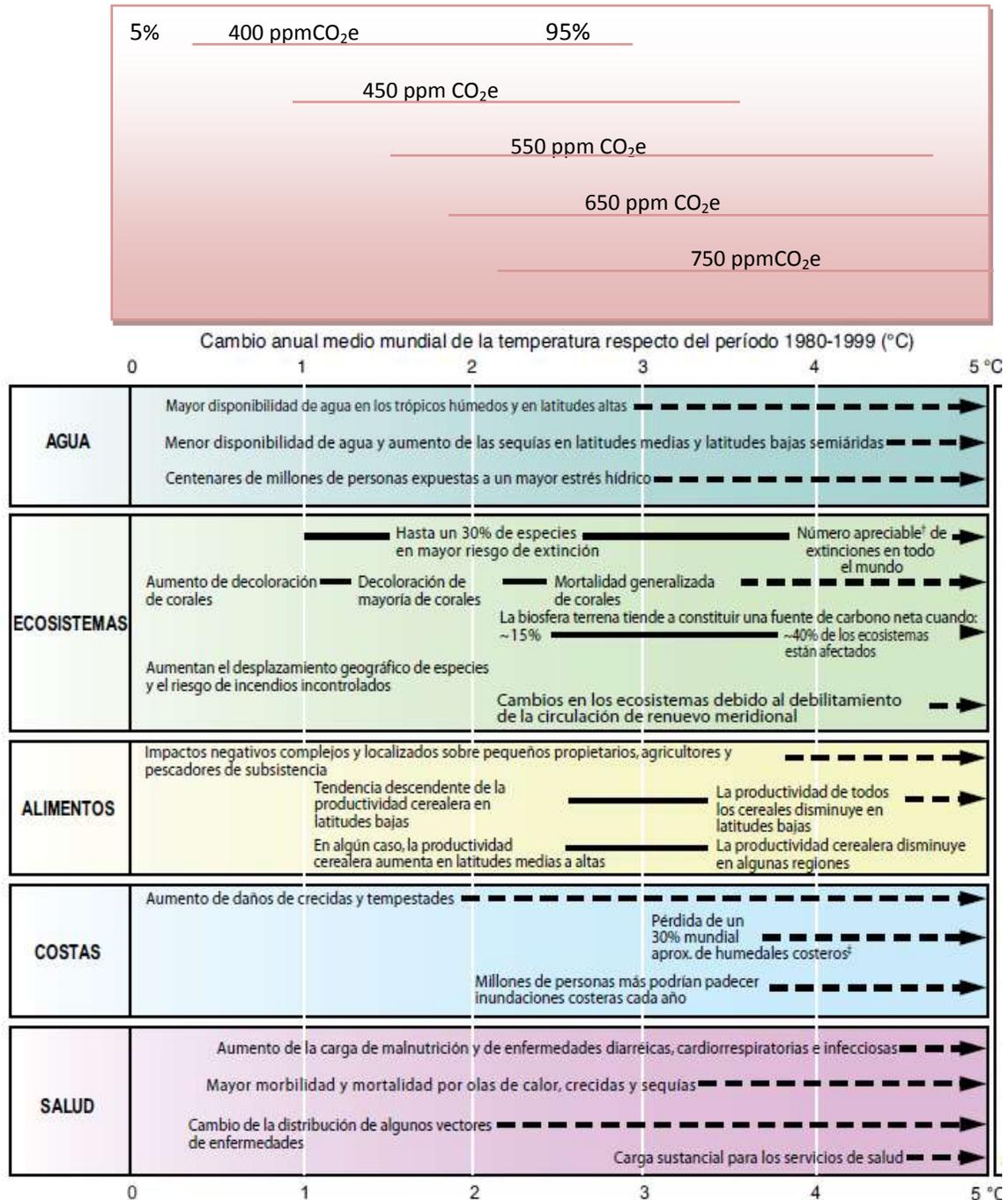
Según Watson (2000), se considera que al calentarse el clima, la evaporación podría incrementarse, y se podría ver un aumento en la precipitación media global y en la frecuencia de lluvias intensas. Sin embargo, mientras que algunas áreas podrían experimentar mayores precipitaciones, otras tendrían una reducción de las mismas. En general, se espera que las lluvias aumenten en altas latitudes tanto en verano como en invierno, que las latitudes medias (África tropical y la Antártica) tengan incrementos en invierno y que el sur y este de Asia los experimente en verano. Por su parte, Australia, América Central y el sur de África tendrían reducciones en la precipitación durante el invierno.

De igual manera se espera una mayor incidencia de algunos fenómenos climáticos extremos como episodios de temperaturas extremadamente altas, eventos de fuerte precipitación, déficits de humedad en los suelos, incrementos en la intensidad máxima de vientos y precipitación de ciclones tropicales, inundaciones, sequías e incendios, así como brotes de pestes en algunas regiones del mundo, aunque aún es incierto si la intensidad de las tormentas en latitudes medias aumentaría (Watson Ch., 2000).

Estos eventos también tendrán un efecto en los sistemas de tipo socioeconómico como lo son los recursos hídricos, agricultura, silvicultura, pesca, asentamientos humanos principalmente. Los ecosistemas terrestres, acuáticos y la salud humana son sensibles a la magnitud y el ritmo del Cambio Climático (CC), así como a las modificaciones en climas extremos y a la variabilidad climática (IPCC, 2007).

En este sentido, el IPCC (2007) estima que los impactos incidirán principalmente en aspectos básicos para la subsistencia humana, tales como alimentos y agua, y algunos otros que influirán en la disminución de la calidad de vida o en la forma en que hasta hoy se conciben las actividades del hombre (ver figura 1).

Fig. 1. Posibles Impactos del Cambio Climático. Calentamiento hasta 2090-2099, respecto de 1980-1999 con escenarios sin mitigación.



Fuente: IPCC, (2001).

Una de las principales conclusiones estima que los países más afectados serán aquellos cuyo desarrollo económico y social se encuentre en desventaja respecto a los países

desarrollados, ya que para ellos las sequías, inundaciones y tormentas suelen ser experiencias terribles al poner en riesgo su vida debido a su alta dependencia de los recursos naturales que las rodean y su limitada posibilidad de adaptación a las futuras condiciones climáticas sin ayuda externa (ver figura 1), algunos casos por su ubicación geográfica, o incluso a su baja respuesta en sus instituciones, entre otras (IPCC, 2007).

Además se espera que la productividad agrícola se reduzca hasta en 30% en África y América Latina durante el siglo XXI, por lo que aumentaría el riesgo de hambruna en algunos lugares de los trópicos y subtrópicos donde vive gran parte de la gente más pobre del mundo (IPCC, 2001).

México como parte del globo, se encuentra expuesto a los efectos globales del CC, tanto a la variabilidad climática como a los efectos en los sistemas socioeconómicos. Sin embargo, dadas sus características geográficas, económicas, institucionales, culturales, tecnológicas y sociales; presenta una vulnerabilidad particular respecto a las generales expuestas anteriormente.

### **1.1.2. Los Impactos del Cambio Climático en México**

El riesgo de nuestro país ante los efectos del CC se analiza en el “Estudio de País: México” dirigido por Carlos Gay, investigador del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM (Gay, 1995). En este trabajo se recogen distintos trabajos que plantean los probables impactos que el país podría tener desde las diferentes áreas de conocimiento. Tal como los inventarios de emisiones GEI, estudios de vulnerabilidad costera, hídrica, etc., así como escenarios de emisiones futuras GEI y tecnologías de mitigación de emisiones GEI, entre otros.

En primera instancia Víctor Magaña et al., (1997), sugieren escenarios de incremento de temperatura de 3 a 4 grados centígrados en el noroeste, reduciéndose ligeramente hacia el sur-sureste, donde el incremento sería de poco más de 2 grados centígrados en condiciones de duplicidad de CO<sub>2</sub> a los que existían antes de la Revolución Industrial (Magaña V. , Conde, Sánchez, & Gay, 1997).

La precipitación podría ser más intensa, o por el contrario, reducirse en toda la República – dependiendo del modelo de simulación usado–; pero en todo caso, las implicaciones de estas diferencias, en términos de la vulnerabilidad, serían negativas (Magaña V. , Conde, Sánchez, & Gay, 1997) Sin embargo esta situación podría alcanzarse e incluso superarse en los próximos 100 años, por lo cual las predicciones del “Estudio de País” pudieran resultar optimistas para lo que se podría observar a finales del siglo.

En el sentido ambiental, Magaña *et al.* (1997), establecen que la variabilidad climática<sup>1</sup> registrada en la actualidad en México se encuentra asociado con fenómenos que generan significativos impactos socioeconómicos y ambientales, y éstos podrían verse exacerbados por el calentamiento global. De esta manera el fenómeno de “El Niño” podría explicar una buena parte de dicha variabilidad interanual, la cual converge en el incremento de temperatura que lleva a un periodo de sequías severas en verano en el norte del país; lluvias intensas de invierno en el noroeste, el cual probablemente se extienda durante los próximos 20 años en donde se podrían sufrir de 3 a 5 eventos ENOS (El Niño Oscilación del Sur o El Niño Southern Oscillation-ENSO). Sin embargo, si el periodo se prolongara, el país podría sufrir por escasez en el suministro de agua y en la calidad de la misma, así como de la garantía del abastecimiento de alimentos (Magaña V. , Conde, Sánchez, & Gay, 1997).

Consideran que una serie de eventos climatológicos derivado del fenómeno del aumento de temperatura regional, afectaría severamente actividades tal como la agricultura de temporal, ya que según los resultados arrojados en los MCG (modelos de circulación general), la disponibilidad del agua durante el verano y el invierno se verá reducida de manera importante. Previendo un panorama poco alentador para nuestro país (Magaña V., Conde, Sánchez, & Gay, 1997).

Por su parte Conde *et al.* (2000), consideraron que el 66% del territorio nacional en condiciones áridas presenta un grado de erosión de moderado a severo, lo cual repercute en el hecho de que el territorio mexicano no podrá considerarse apto para la agricultura (Conde, Ferrer, & Liverman, 2000).

---

<sup>1</sup> Se define como las depresiones fuera de temporada, las sequías y las ondas de calor extremo que se han hecho evidentes con mayor frecuencia en los últimos años (Frakin, T., 2010:1).

Otro estudio muestra reducciones importantes en el rendimiento del maíz en un periodo de 20 a 50 años, dentro del estado de Veracruz (Palma, Conde, Morales, & Colorado, 2007).

Todos los resultados muestran que el subsector agrícola del país presenta un contexto de alta sensibilidad ante el fenómeno del CC, sin embargo es cierto que en cada una de las regiones o localidades depende de otros factores sociales y económicos que aumentan o disminuyen dicha sensibilidad, de esta manera a continuación se presentan los antecedentes sociales y económicos que enmarcan al país.

## **1.2. Contexto Socioeconómico**

### **1.2.1. El Subsector Agrícola en México**

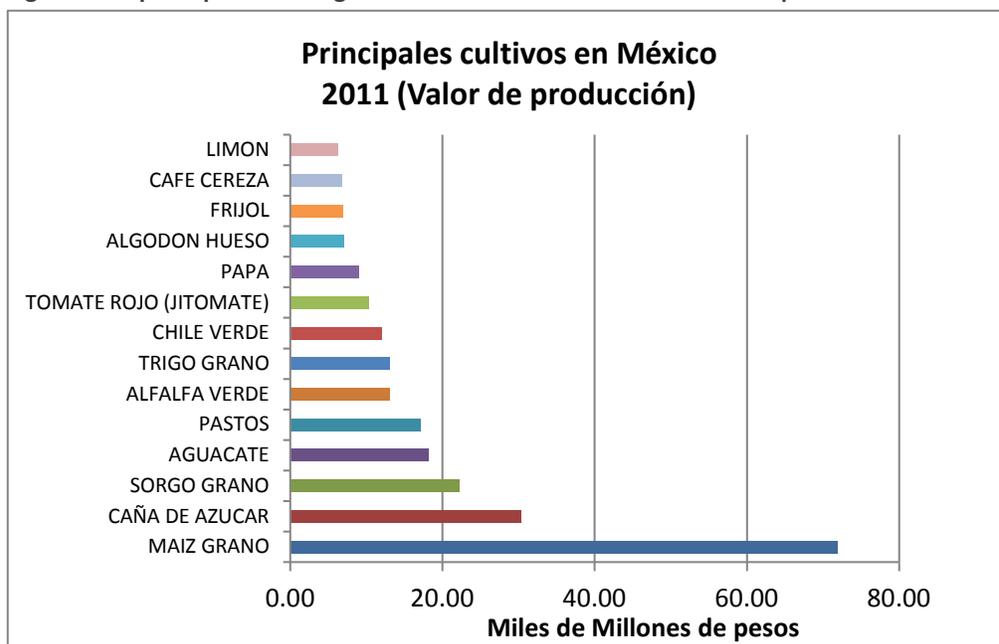
De acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), los principales productos que se cultivan en el país en el 2011 con base en el valor de producción son el maíz, la caña de azúcar, el sorgo, el aguacate, el trigo, el chile verde, el pasto, la alfalfa, la papa, el algodón, el frijol, el café y el limón entre otros (Ver figura 2). Los cuales representan a su vez el 69% del valor de producción nacional total (SIAP-SAGARPA, 2011).

Los principales productos cíclicos son el ajo, ajonjolí, algodón, arroz palay, avena, brócoli, calabacita, cártamo, cebada, cebolla, chile verde, coliflor, fresa, frijol, lechuga, maíz, melón, papa, pepino, sandía, sorgo, soya, tabaco, tomate rojo y verde, trigo y zanahoria. Mientras que los cultivos perennes más importantes son el aguacate, la alfalfa verde, cacao, café, caña de azúcar, copra, durazno, espárragos, guayaba, limón, mango, manzana, naranja, nopal, nuez, papaya, piña, plátano, toronja y uva (SIAP-SAGARPA, 2011).

Actualmente la agricultura aporta a la economía mexicana aproximadamente el 5.2% del Producto Interno Bruto (PIB) del país con una tendencia positiva errática (SIAP-SAGARPA, 2011). Este comportamiento podría suceder con base en algunas prácticas como lo es el retraso en la incorporación de nuevas tecnologías, la dependencia de

productos de otros países, las fluctuaciones en los mercados internacionales (Escalante, Galindo, & Catalán, 2005).

Fig. 2. Principales productos agrícolas en México en base a su valor de producción.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, (2011).

Si este contexto se compara con el hecho que la población aumenta a un nivel del 1.4% anual (estimado del periodo 1989-2009) (INEGI, 1990, 2000, 2010) y con ello la necesidad de satisfacer la demanda alimenticia, esta problemática se torna más sensible, ya que el requerimiento de alimentos coloca al país dentro un alto nivel de dependencia hacia otros países para poder cubrir dicha necesidad, y con lo cual el país se encuentra a expensas de factores como el alza de precios, el desabasto, la fluctuación en el tipo de cambio, entre otros (Escalante, Galindo, & Catalán, 2005).

### 1.2.2. Los Riesgos del Subsector Agrícola ante Desastres Naturales

La actividad agrícola enfrenta una amplia gama de conflictos, desde los propios de cualquier actividad productiva –como los relacionados con el mercado a todos los niveles,

el financiamiento, la condición económica o institucional del área de influencia– hasta los relacionados directamente con el propio sistema de producción, como puede ser los originados por diferencias en composición de insumos, plagas, enfermedades, incendios y mal manejo del cultivo, tenencia de la tierra (Torres Rojo, 2008). Pero además, en las últimas décadas se ha encontrado otro factor que afecta fuertemente al sector, los riesgos ambientales.

De acuerdo a algunos estudios, la agricultura es uno de los rubros más vulnerables (V) por los posibles cambios en el clima de las diferentes localidades, así como por los posibles desastres hidrometeorológicos que pudieran llegar a impactar a los mismos (Conde C. , Ferrer, Gay, & Araujo, 2004), (Hernández Cerda, Torres, & Valdez M.) (Ver figura 3).

Fig. 3. Posibles impactos socioeconómicos de El Niño 1997-1998 en Latinoamérica.



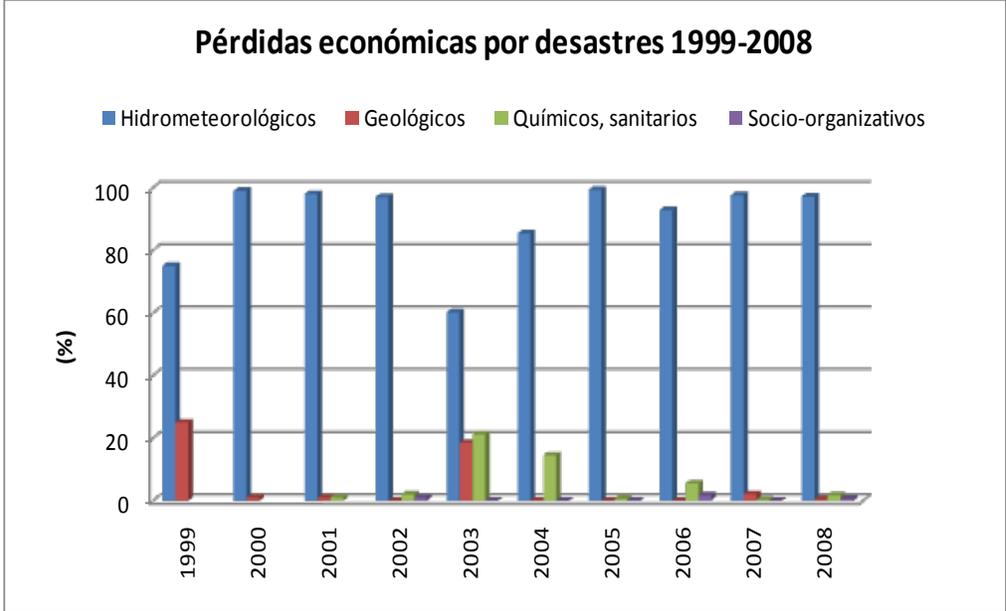
Fuente: Magaña, et. al, (s/f).

Por ejemplo, en los últimos 20 años (1989-2009), el porcentaje de pérdida en el volumen de producción del país se estima dentro de un 12% promedio anual respecto al total sembrado, sin embargo en el 2009 el porcentaje del volumen de producción perdido se elevó al 17% con más de 88 millones de toneladas en la producción agrícola con un valor de casi 50 mmdp. Además la tendencia general muestra que las pérdidas de producción por efectos de

un siniestro respecto al total de la producción nacional son crecientes, y el valor de dicha pérdida durante un periodo de veinte años se estima dentro del rango de los 350 mmdp y con una tendencia igual creciente (SIAP-SAGARPA, 2011).

Según información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), durante los últimos 10 años el 90% del total de las pérdidas económicas generadas por desastres en el país, se deben a desastres naturales del tipo hidrometeorológicos<sup>2</sup>, mientras que los químico-sanitarios y geológicos muestran valores promedio del 6% y 4% (ver figura 4).

**Fig. 4. Estructura porcentual de las pérdidas económicas por desastres en México durante el periodo 1999-2008.**



**Fuente: Elaboración propia en base a información del CENAPRED, (2009:8).**

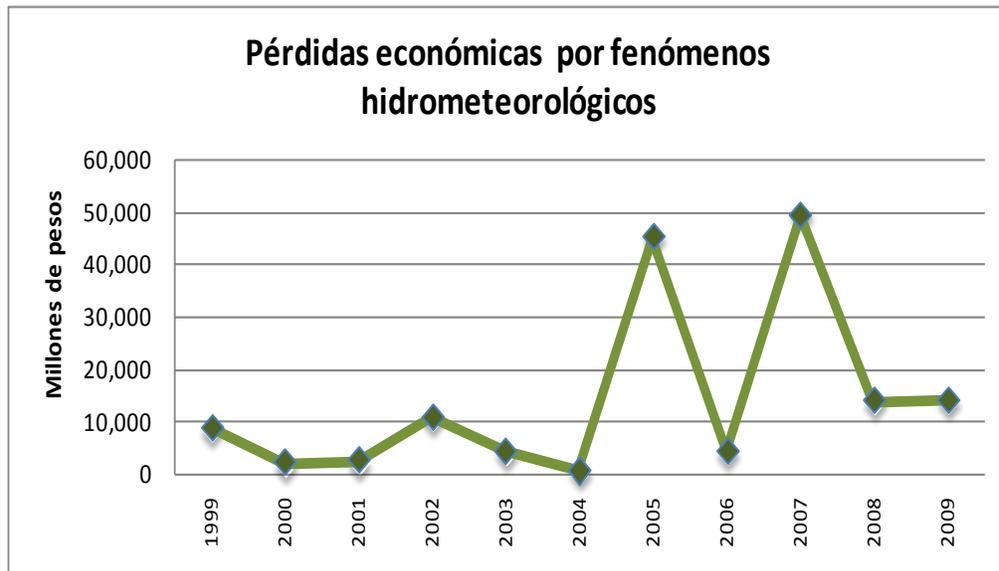
El valor de dichas pérdidas durante este periodo suma un estimado de \$158.61 mmdp de pesos derivado exclusivamente de los desastres del tipo hidrometeorológicos (ver figura 5).

<sup>2</sup> De acuerdo con información del CENAPRED, México es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de importancia. De entre los más importantes se encuentran la precipitación pluvial, granizadas, nevadas, heladas y sequías (CENAPRED, 2001, págs. 104-149).

En donde los daños directos se contabilizan para las áreas de cultivo con más de 2.32 millones de hectáreas por sequías y 2.44 millones de hectáreas por lluvias, ciclones, granizadas, etc., con la pérdida de casi 2000 vidas y una población afectada del 12,875,800 habitantes. El número de viviendas afectadas exclusivamente por lluvias fueron aproximadamente 731,334; mientras que se afectaron casi 69 mil escuelas y hospitales y 105,590 kilómetros de camino. Además de los 28 mmdp estimados para los daños indirectos (CENAPRED, 2009).

El número de ciclones tropicales que han impactado al país durante nueve años suman 94 eventos, de los cuales 57 han llegado por el Pacífico y 37 por el Atlántico (CENAPRED, 2009). En este sentido, estimativos del costo macroeconómico de los desastres naturales climáticos sugieren que en promedio cada uno de ellos causa una reducción del 0.6% del PIB real per cápita. Sin embargo, a partir de la década de los 90, el impacto de los desastres hidrometeorológicos han contribuido con una reducción del 2% del PIB per cápita por década (De la Torre, Fajnzlyber, & Nash, 2009).

Fig. 5 Pérdidas estimadas por fenómenos hidrometeorológicos durante el periodo 1999-2009.

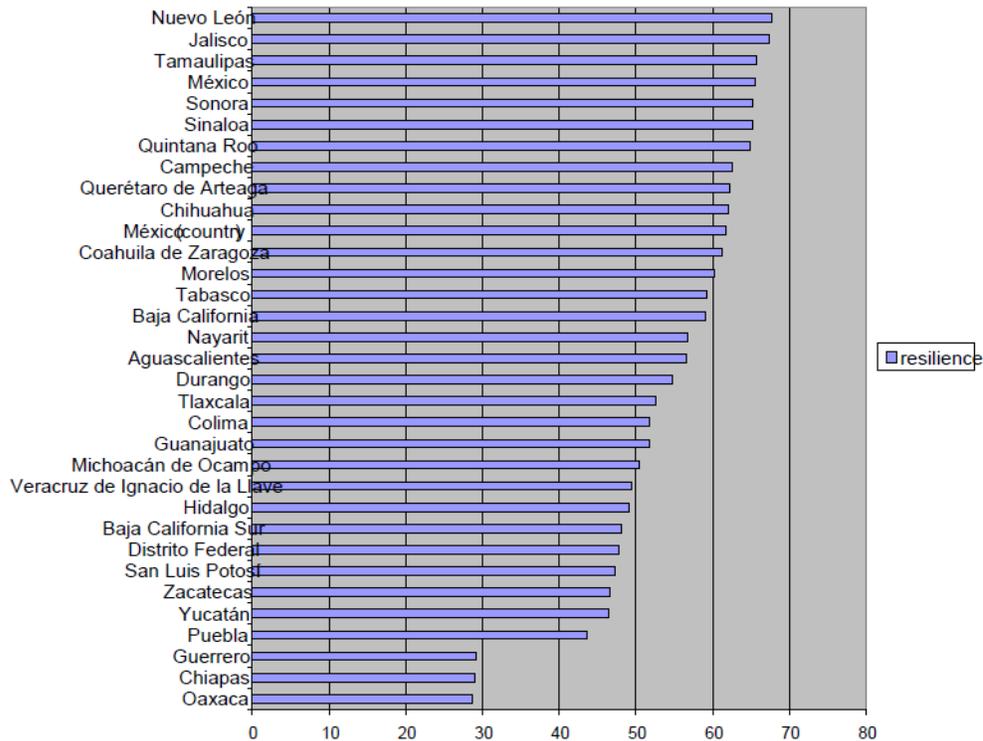


Fuente: CENAPRED, (2009, pág. 19).

### 1.2.3. Resiliencia del Sector Agrícola en México

En base al resultado obtenido de un estudio de Vulnerabilidad (V) realizado por Ibararán *et al.* (2007) en México, mientras más alto es el índice de resistencia (o resiliencia), menor es la vulnerabilidad ante el cambio climático. Los resultados del modelo muestran que Nuevo León y Jalisco son los estados con mayor resiliencia al CC, seguidos por Tamaulipas, Estado de México, Sonora, Sinaloa, Quintana Roo y Campeche. Los estados con menor resiliencia son Guerrero, Chiapas y Oaxaca (ver figura 6) (Ibararán & Rodríguez, 2007). Para realizar la medición de resiliencia ante el CC, se utilizó un modelo a partir de 18 variables, donde para la medición de la sensibilidad se tomó en cuenta la infraestructura, los asentamientos humanos, la seguridad alimentaria, la salud, el porcentaje de irrigación y el fertilizante usado por superficie agrícola (ecosistemas), y los recursos de agua.

Fig. 6. Posición de los estados de acuerdo a su resiliencia.

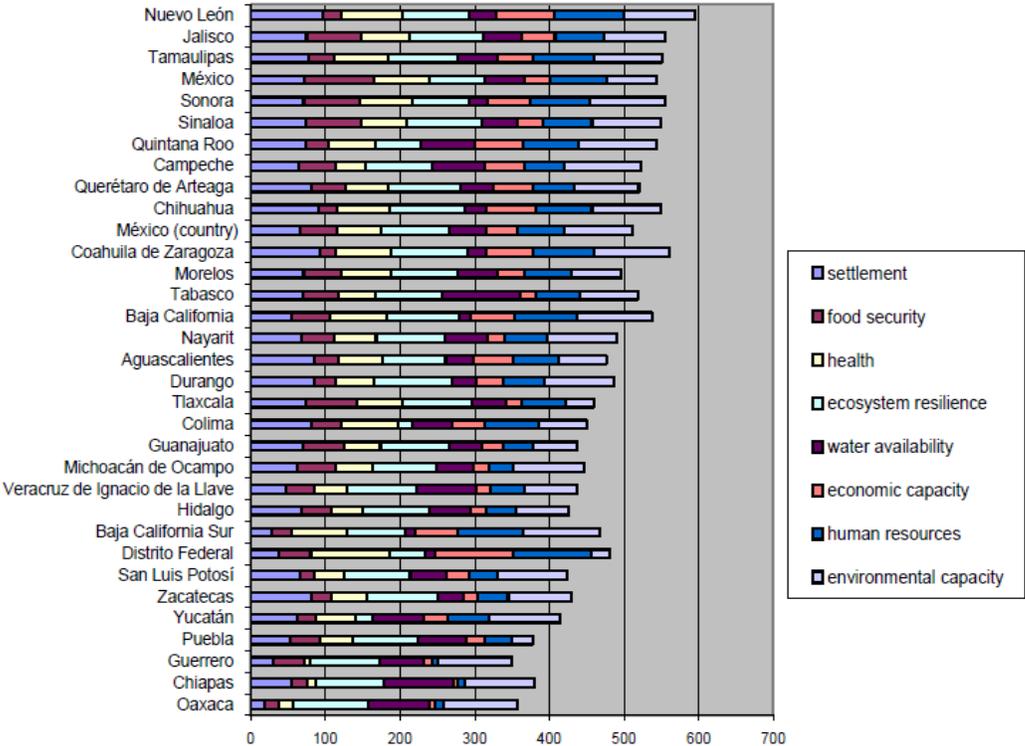


Fuente: Ibararán *et al.* (2007).

Por su parte los indicadores utilizados para medir la **capacidad de adaptación** al CC son la **capacidad económica** a través del PIB per cápita y el Índice Modificado de Desarrollo Humano; **los recursos humanos** con la dependencia y el nivel de educación; y **la capacidad ambiental** usando el porcentaje de suelo no utilizado, las emisiones de SO2 y la densidad poblacional.

Además otro estudio se muestra un valor de la resiliencia por sector, en donde se toman en cuenta indicadores como asentamientos, seguridad alimentaria, salud, disponibilidad de agua, resiliencia del ecosistema, capacidad económica, recursos humanos, y capacidad del medio ambiente (ver figura 7) (Ibarrán, Malone, & Brenket, 2008).

Fig. 7. Valor de indicadores sectoriales del índice de resiliencia.



Fuente: Ibarrán, et. al, (2008).

La mayoría de los modelos de CC predicen que los daños serán compartidos de manera desigual por agricultores pequeños del tercer mundo, y particularmente por aquellos que dependen de las lluvias.

La agricultura como se ha planteado, representa una de las actividades primordiales para el hombre, tanto en el rubro económico, como en el social, ya que constituyen la base de alimentación de la población y la construcción misma de la cultura de los pueblos que conforman este país.

El incremento en temperatura, sequía, precipitaciones fuertes, etc., podrían reducir la productividad el campo hasta en un 50% en algunas regiones, especialmente en zonas secas. Los modelos existentes, sin embargo proporcionan en el mejor de los casos una aproximación muy cruda a los efectos esperados y ocultan la enorme variabilidad en estrategias internas de adaptación que exhiben muchos agricultores (Nicholls & Altieri, 2012).

De esta manera se afirma que además de los factores económicos, existen otros factores que impactan de igual o mayor manera a una región ante un evento ambiental. Estos factores son los social-culturales, de entre los que se contempla la pobreza.

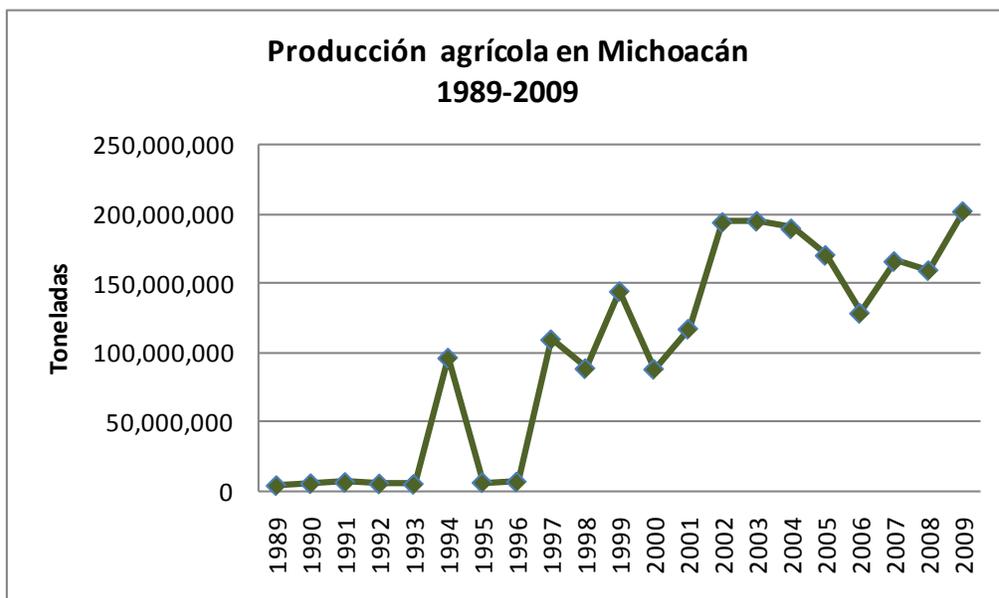
## 2. EL CONTEXTO AGRÍCOLA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN

### 2.1. El Riesgo del Subsector Agrícola en el Estado de Michoacán

Actualmente la actividad agrícola se desarrolla en 1,088,796 has (2009), que representa el 20% de la superficie total del estado, en donde se perdieron más del 20% de la superficie sembrada y el valor de la producción se estima en casi 30 mil millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2011).

El volumen de la producción agrícola durante un periodo de veinte años (1989-2009), muestra una tendencia positiva (ver figura 8), pero con una tasa de crecimiento anual errática. Los años de mayor producción se dieron durante 1994, 1997, 1999 y 2002, y las que presentaron las menores fueron 1995, 1996, 2000 y 2006. Durante los últimos 4 años el sector ha tenido un crecimiento positivo paulatino con periodos de pérdidas de producción de hasta 50 mil toneladas (SIAP-SAGARPA, 2011).

Fig. 8. Tendencia de producción agrícola en el estado de Michoacán 1989-2009.



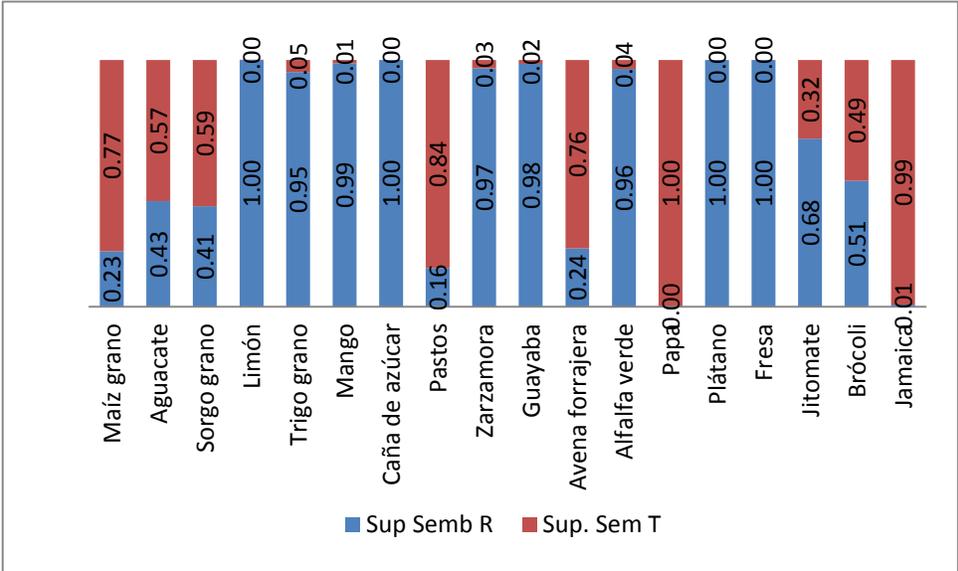
Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos del SIAP, (2010).

El sector emplea actualmente a más 309,862 personas, sin embargo la tendencia muestra una tasa de pérdida de -12.4% del 2006 al 2007.

Tomando en cuenta el tipo de riego, en el 2009 el 61% del área sembrada se regó a través de lluvias de temporal y el 39% a través de riego, pero si se toma en cuenta la producción total agrícola del estado de Michoacán, el 98.6% se obtiene a partir de cultivos de riego y solo el 1.4% de temporal. A pesar de que la producción de los productos de temporal es baja en comparación con los de riego, el valor de producción obtenido por éstos alcanza el 39% de los ingresos y los de riego el 61% (SIAP-SAGARPA, 2011).

Se observa que aunque la mayor parte de los ingresos se obtenga de productos que de alguna manera “aseguren su producción”, una buena parte de los ingresos de este rubro lo conforman los que se encuentran a expensas de las condiciones climáticas. Por ejemplo, para el caso de los productos más rentables como lo es el aguacate, el 43% corresponde a cultivos de riego y el 57% restante a cultivos de temporal; el maíz siendo la base alimenticia de la población el 77% corresponde a cultivos de temporal, el sorgo se cultiva un 59% en temporal, el jitomate 32%, la papa el 100%, y la Jamaica un 99% (ver figura 9).

Fig. 9. Tipo de agricultura riego vs temporal de los principales productos en el Estado de Michoacán 2013.



Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos del SIAP, (2013).

Esto muestra que diez de los veinte productos principales que se cultivan en el estado se riegan en su mayoría a través de las lluvias pronosticadas históricamente, lo cual implica que en un alto porcentaje la agricultura michoacana depende del clima. Situación que vuelve al sector del estado altamente vulnerable ante la variabilidad climática que se pronostica globalmente.

Sin embargo, dicha afirmación debe basarse en hechos y variables determinadas que expongan tanto el grado de exposición en que está expuesto el sector agrícola, principalmente por aquellos cultivos que sean preponderantes tanto en la economía del estado como aquellos que formen parte de la cultura de la población, es decir debe estimarse la variación climática que presenta un cultivo en el o los municipios en los cuales se cultiven y estimar otro tipo de variables tales como la situación socioeconómicas de la localidad.

Por ello, para poder establecer un estudio de vulnerabilidad agrícola de un producto importante para el estado, se realiza una breve reseña histórica de la influencia que han tenido los desastres naturales y antropogénicos en Michoacán, de esta manera se puede establecer si los naturales del tipo hidrometeorológico representan en la actualidad, ya una amenaza para el sector y cuáles son los municipios más sensibles a los efectos derivados del CC.

## **2.2. Los Impactos del Cambio Climático para el Estado de Michoacán**

En Michoacán, los principales impactos derivados del CC se presentará principalmente en cuatro aspectos: disponibilidad de agua (SEMARNAT-INE, 2006), centros urbanos (Aguilar, 1995), sequía (SEMARNAT, 1997) y vegetación (Villers R. & Trejo Vazquez, 2004) (ver tabla 1).

**Tabla 1.** Sectores Vulnerables ante el Cambio Climático en el Estado de Michoacán.

<b>SECTOR</b>	<b>VULNERABILIDAD</b>
<b>Agua</b>	El estado presentará presión media de 20-40% sobre el recurso agua para el 2025
<b>Centros urbanos</b>	Los cambios climáticos ocurrirán en un contexto de cambios no climáticos propios de regiones con crecimiento de población, mismos que pueden exacerbar el efecto del cambio climático. Las condiciones de vulnerabilidad están dadas entonces por una alta concentración demográfica, procesos de industrialización, incremento de vehículos automotores e incremento de población con niveles de pobreza altos.
<b>Sequía</b>	Se incrementará notablemente en el estado
<b>Vegetación</b>	Los tipos de vegetación más afectados por estas variaciones climáticas son los que están expuestos a condiciones más secas y más cálidas y corresponderían al bosque mesófilo de montaña que tendrían alrededor de 31% de su superficie total afectada, seguido de los bosques templados, el bosque espinoso y el bosque tropical caducifolio.

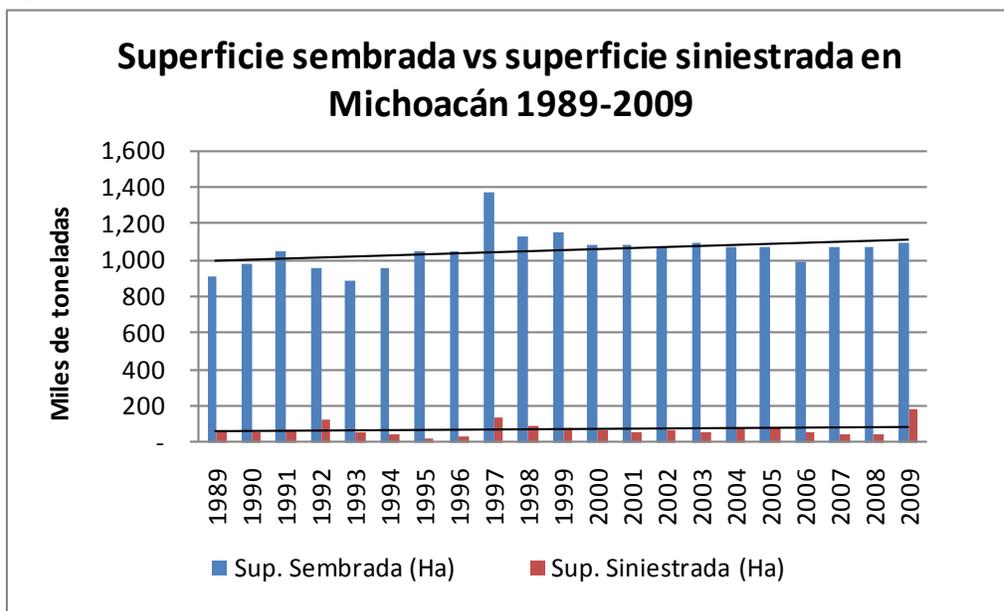
**Fuente:** INE-SEMARNAT, (2012).

Michoacán se ha posicionado en el primer lugar en atracción de recursos del exterior en la zona Pacífico, al captar el 48% del total, por encima de otras entidades. En los últimos años, las exportaciones subieron 63% con un incremento en la balanza comercial de 70% (mayor superávit desde 1996).

### **2.3.Causas de las principales pérdidas agrícolas en el estado de Michoacán**

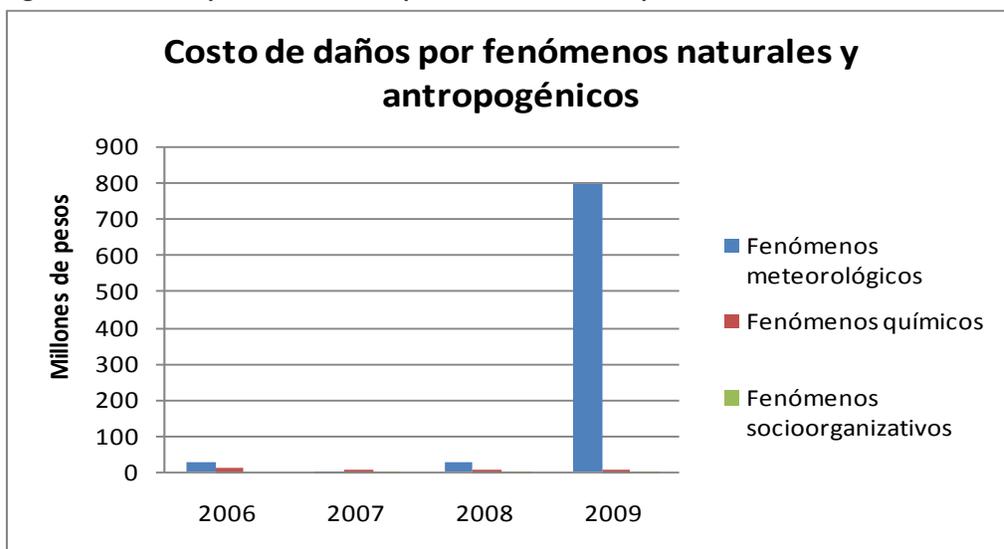
La SAGARPA estima que en los últimos 20 años (1989-2009), el porcentaje de pérdida en el volumen de producción en el estado de Michoacán es de 7.5% promedio anual respecto al total sembrado, sin embargo las cosechas alcanzaron un valor en el 2009 de 188,400 ha, en donde se perdió casi el 21% del volumen de la producción, valor que equivale a 42.32 millones de toneladas de producto y 6.2 mil millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2011) (ver figura 10).

Fig. 10. Comportamiento del área sembrada respecto al área siniestrada en el estado de Michoacán 2009.



Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos del SIAP, (2010).

Fig. 11. Estructura porcentual de las pérdidas económicas por desastres en Michoacán 1999-2008.

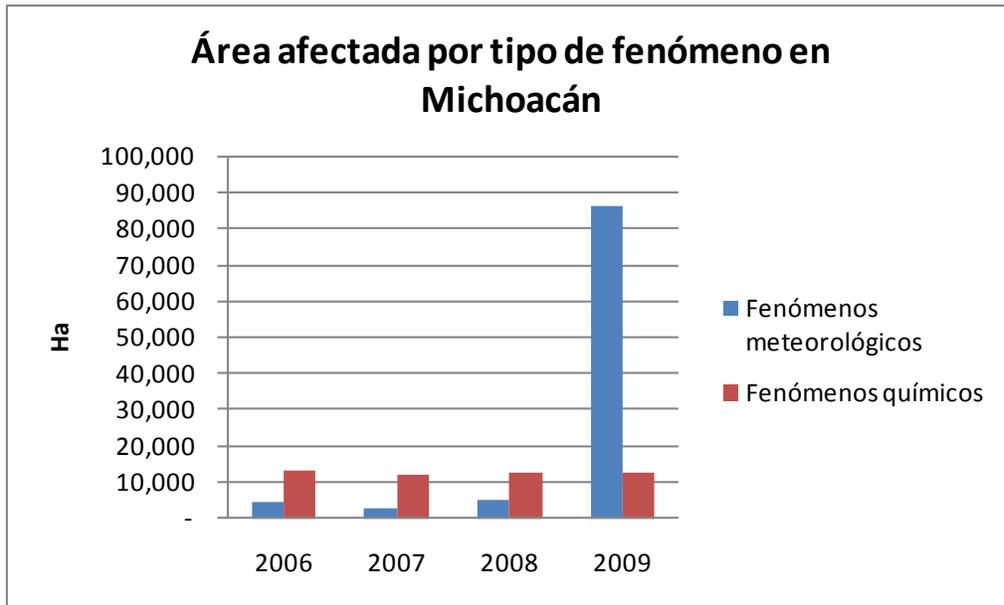


Fuente: Elaboración propia en base a información del CENAPRED, (2007); CENAPRED, (2008); CENAPRED, (2009).

De acuerdo con información del CENAPRED, durante los últimos tres años las mayores superficies y pérdidas económicas causadas por desastres naturales y antropogénicos en Michoacán, se debieron a fenómenos químicos, seguido por fenómenos meteorológicos

(principalmente por sequías). Y para el 2009 las sequías superaron en gran medida el valor de los desastres por incendios forestales (ver figura 11 y 12).

Fig. 12. Estructura porcentual de las pérdidas económicas por desastres en Michoacán 1999-2008.



Fuente: Elaboración propia en base a información del CENAPRED, 2007; CENAPRED, 2008; CENAPRED, 2009; CENAPRED, 2010.

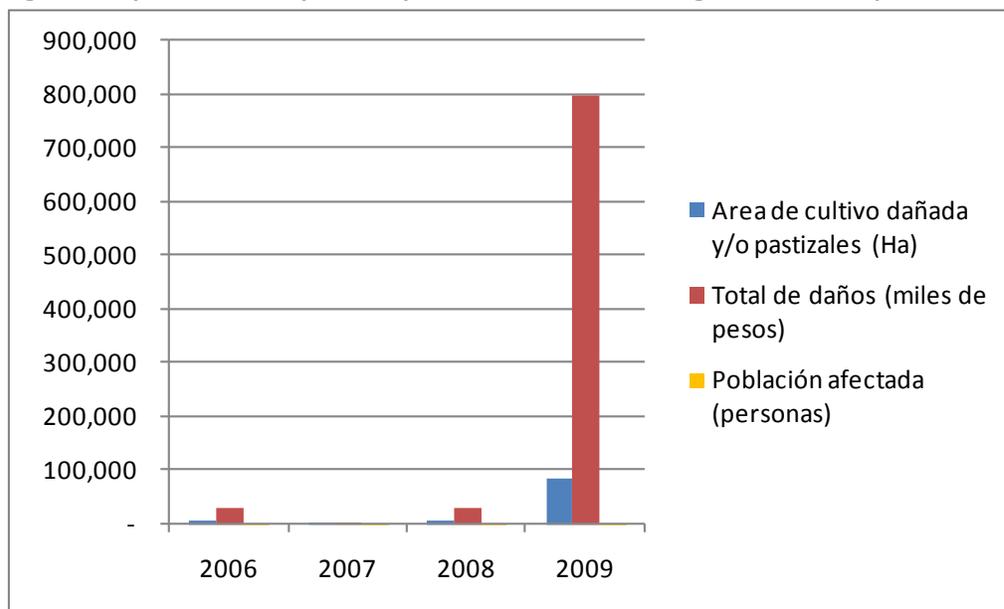
Datos del CENAPRED (2009), estiman que el valor de las pérdidas económicas en el estado durante el 2009 suma aproximadamente \$814.5 mdp (ver figura 13 y tabla 2), de donde tan solo los fenómenos del tipo meteorológico han generado el 98%, a lo que corresponden 797.3 mdp, afectando a más de 1300 personas y dañando a 274 viviendas (CENAPRED, 2009).

En este sentido, se observa que los fenómenos meteorológicos ocupan un importante lugar dentro de las pérdidas de cultivos, de esta manera la agricultura es vulnerable o sensible a los cambios meteorológicos.

Este hecho se facilita probablemente por las condiciones climatológicas que predominan en las diversas localidades del estado de Michoacán. Además en promedio el 61% de las áreas

cultivadas dependen solo de las condiciones del clima, y específicamente del cultivo más importante en la economía de varios municipios del estado, el aguacate.

**Fig. 13** Comparativo de las pérdidas por fenómenos meteorológicos durante el periodo 2006-2009.



Fuente: Elaboración propia en base a información del CENAPRED, (2007); CENAPRED, (2008); CENAPRED, (2009); CENAPRED, (2010).

**Tabla 2.** Estimación de áreas agrícolas siniestradas por fenómenos naturales y antropogénicos en el estado de Michoacán 2006-2009.

Año	Fenómenos meteorológicos		Fenómenos químicos		Fenómenos geológicos		Fenómenos socioorganizacionivos		Area total afectada (Ha)	Total (millones de pesos)
	Area afectada (Ha)	Total daños (millones de pesos)	Area afectada (Ha)	Total daños (millones de pesos)	Area afectada (Ha)	Total daños (millones de pesos)	Muertos y poblacion afectada	Total daños (millones de pesos)		
2006	4,912.80	29.9	13,175.60	13.2	NR	NR	NR	NR	43.10	18,088.40
2007	2,605.40	2.40	12,426.70	11.60	NR	NR	40.00	3.40	17.40	15,032.10
2008	5,212.00	29.71	12,939.60	12.97	NR	NR	139.00	3.50	46.18	18,151.60
2009	85,906.41	797.30	12,468.80	12.50	NR	NR	150.00	4.70	814.50	98,375.21

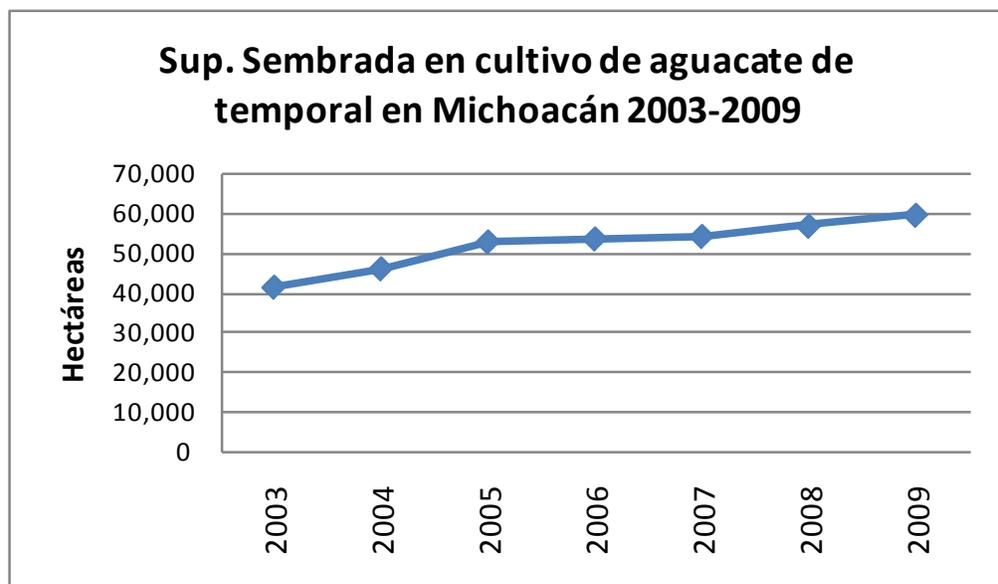
Fuente: Elaboración propia en base a información del CENAPRED, (2007); CENAPRED, (2008); CENAPRED, (2009); CENAPRED, (2010).

## 2.4. El Contexto de la Producción del Aguacate en Michoacán

El aguacate es el producto más importante que se cultiva en el estado de Michoacán. Actualmente se utilizan más de 62,000 ha del territorio, en donde destacan municipios como Tacámbaro, Turicato, Salvador Escalante, Tancítaro, Peribán, los Reyes, Ario, entre otros (SIAP, 2011).

Actualmente el 56% del cultivo en el estado se riega bajo la modalidad de temporal y el 44% con la de riego (ver figura 9). Durante el periodo 2003-2009, la superficie sembrada muestra una tendencia positiva con una tasa promedio de 6% anual pasando de 41,798.5 ha en 2003 a 59,852 ha en 2009 (ver figura 14). El volumen de producción y el rendimiento indican también una tendencia positiva, pasando en la primera de 346.6 mil toneladas en 2003 a 556.9 mil toneladas en 2009 (+62.2%) y la segunda casi pasó de 8.46 a 9.59 ton/ha.

Fig. 14. Tendencia de la superficie sembrada con aguacate de temporal en Michoacán durante el periodo 2003-2009.

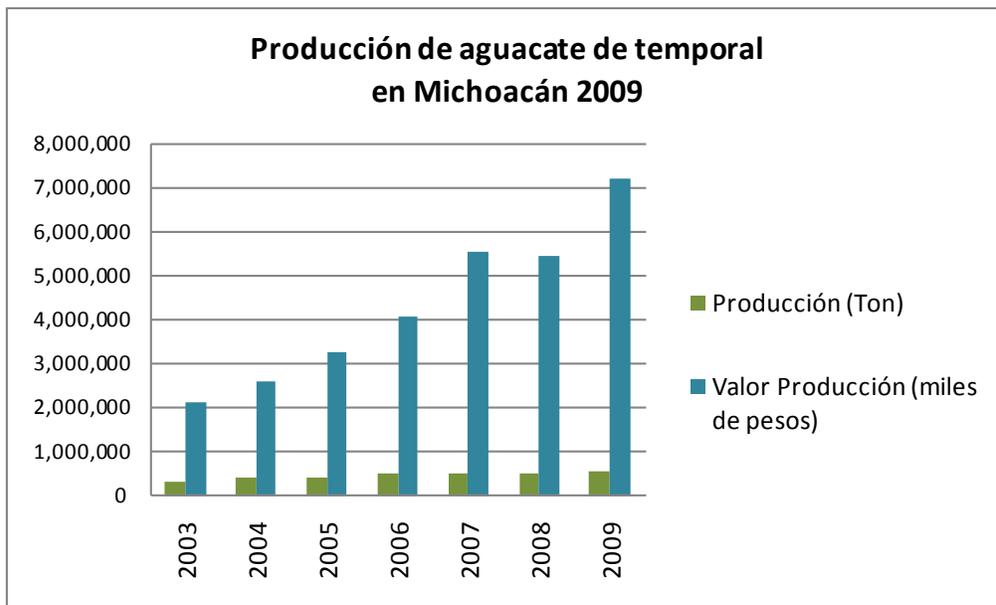


Fuente: Elaboración propia en base a información del SIAP (SIAP-AGUACATE, 2003-2009).

Por otra parte, el valor de producción muestra también un incremento de casi el 240 %, pasando de 2,126 mdp en el 2003 a 7,228.8 mdp en 2009. Durante el 2009 se registraron los mejores precios medios de rendimiento estimado de \$12,979 por tonelada, lo cual

significa un incremento del 111% respecto al 2003 (ver figura 15) (SIAP-AGUACATE, 2003-2009).

**Fig. 15. Tendencia del volumen de producción vs el valor de producción de aguacate de temporal en Michoacán durante el periodo 2003-2009.**

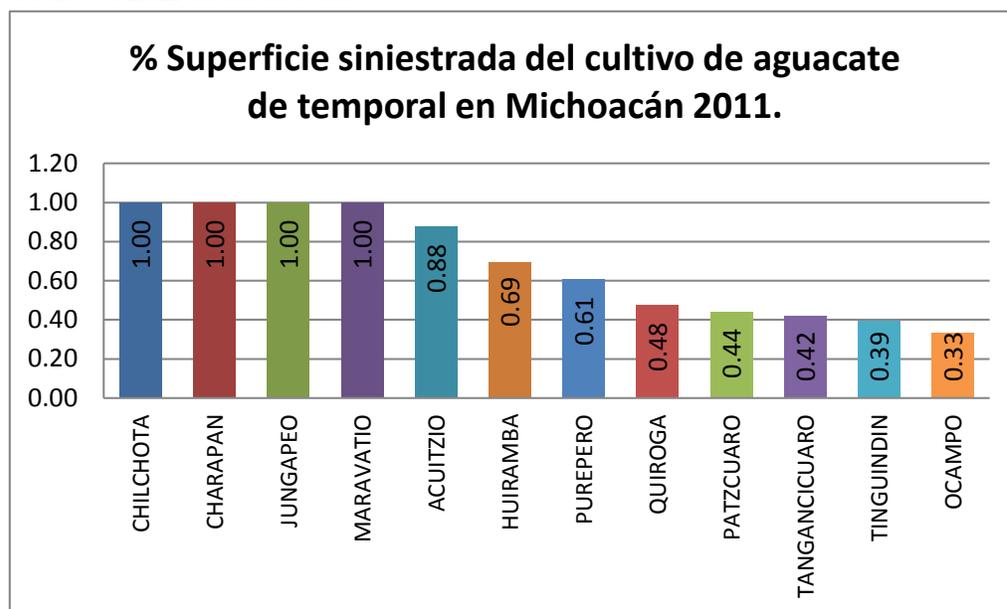


**Fuente: Elaboración propia en base a información del SIAP (SIAP-AGUACATE, 2003-2009).**

La superficie siniestrada de este cultivo se ha mantenido en el rango de un 2% y un 9%. Durante el 2009 se registró una pérdida del 3% de la superficie sembrada lo cual equivale a la pérdida de aproximadamente 1,787 ha con 556,930 ton de producto, equivalente 222.5 mdp (SIAP-AGUACATE, 2003-2009).

Durante el 2011 de los 113 municipios que conforman el estado, 37 se dedican al cultivo de aguacate de temporal, de los cuales 4 perdieron el 100% de lo sembrado (Chilchota, Charapan, Jungapeo y Maravatío), quienes en conjunto suman aproximadamente 328 ha de cultivo con una pérdida en volumen de producción estimado de 1900 ton equivalente a aproximadamente 29 mdp. Otros municipios que tuvieron pérdidas son Acuitzio (88%), Huiramba (69%), Purépero (61%), Quiroga (48%), Pátzcuaro (44%), Tangancícuaro (42%) y Tingüindín (39%) (ver figura 16) (SIAP-AGUACATE, 2003-2009).

Fig. 16. Municipios con mayor pérdida porcentual de la superficie sembrada con aguacate de temporal durante el 2011 en Michoacán.



Fuente: Elaboración propia en base a información del SIAP-AGUACATE, (2003-2012).

En este sentido el problema del CC, desde el punto del desarrollo de un país o una región, cobra sentido cuando se considera la manera como las anomalías en el clima afectan a los sectores socioeconómicos. Considerando que la sequía o cualquier otro fenómeno hidrometeorológico afectarán a las poblaciones de alta y muy alta marginación en el estado cuyo producto agrícola está destinado al consumo propio, esto podría vulnerar la estabilidad social, el desarrollo económico y principalmente la vida de la población.

Además, no existen estudios locales de vulnerabilidad agrícola en el estado, en donde se muestren los datos necesarios para ayudar a establecer las acciones necesarias para la reducir la posibilidad de futuros desastres derivados de los efectos del CC en cada una de dichas localidades.

Por otra parte, se puede observar que en la franja aguacatera existen municipios con características distintas de producción, tamaño e importancia. Sin embargo, una de los requerimientos básicos de esta investigación será la disponibilidad de información del clima de los municipios que conforman la región.

De esta manera y con base a la bibliografía revisada sobre el tema y de la cual se ha desprendido la idea plasmadas en el apartado anterior, surge el problema principal de éste trabajo que trata de especificar el interés principal a emprender en el mismo. Hay que recordar que para esto, se parte de los trabajos nacionales e internacionales ya existentes. De esta manera a continuación se exponen los fundamentos de la investigación.

## **2.5. Problema de Investigación**

La producción de aguacate de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán puede presentar vulnerabilidad ante el impacto del cambio climático.

## **2.6. Objetivo general**

Elaborar un estudio de vulnerabilidad agrícola del aguacate de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán, que estime un pronóstico de los posibles impactos derivados del cambio climático, teniendo como base las características propias de cada municipio.

## **2.7. Hipótesis general**

La producción del aguacate de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán presenta vulnerabilidad ante el impacto del cambio climático.

## **2.8. Variables**

La vulnerabilidad agrícola del aguacate de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán = f (amenaza del CC en el municipio, la sensibilidad y la capacidad de adaptación del municipio ante el CC).

### **Dependiente:**

- Vulnerabilidad agrícola.

### **Independiente:**

- Amenaza del cambio climático en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán.
- Sensibilidad de los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán.
- Capacidad de adaptación de los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán.

## **2.9. Indicadores**

### a) Amenaza

- I. Variabilidad climática los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán que producen aguacate bajo la modalidad de temporal durante un periodo de acuerdo a la disponibilidad de datos, (no menor de 30 años).
  - a. Temperatura máxima municipal.
  - b. Temperatura mínima municipal.
  - c. Temperatura media municipal.
  - d. Precipitación media municipal.

### b) Sensibilidad de los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán que cultiven aguacate has con riego de temporal ante el cambio climático.

- I. Escenario del pronóstico de rendimiento de los cultivos de aguacate.
- II. Vulnerabilidad total del producto en el municipio.

#### a. La vulnerabilidad del sistema productivo

- Índice del balance de disponibilidad de agua (temporal vs riego);
- Índice de uso de tecnología en el cultivo

- b. La vulnerabilidad del sistema social
  - Índice de desarrollo humano del municipio
  - Índice relativo al género
  - Índice de ruralidad
  
- c. La vulnerabilidad del sistema económico
  - Inverso del Índice de uso de la tecnología en la agricultura

## **2.10. Delimitación espacial y temporal**

En el presente trabajo se realiza un estudio de vulnerabilidad agrícola del aguacate Hass de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán.

Para realizar el análisis de variabilidad climática se toman datos climáticos de los cuatro municipios de por lo menos 30 años.

Respecto a la delimitación temporal final de estudio, se tomará en cuenta el año 2010, siendo el año con el que cuenta el SMN del estado.

## **2.11. Justificación**

El estudio de la vulnerabilidad agrícola en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan que forman parte de la franja aguacatera del estado de Michoacán se justifica con base a los siguientes preceptos:

**Conveniencia.** Es importante ya que impacta directamente a las decisiones de los productores de aguacate que utilizan el modo de riego a través de temporal.

**Relevancia social y económica.** La variabilidad climática o un desastre meteorológico como es la sequía, ciclones, lluvias, inundaciones e incluso heladas, granizo u otros, podría afectar económicamente a más 62 500 hectáreas de cultivos de temporal (SIAP-

SAGARPA, 2011) que conforman a 19 091 unidades productivas (INEGI, 2007), las cuales generan un volumen de producción aproximada de más de 601 mil toneladas de aguacate, con un valor promedio estimado de 8 mil 867 millones 270 mil pesos anuales (SIAP, 2013).

Un desastre afectaría la actividad económica de por lo menos 37 municipios del estado y con ello se pondría en riesgo el desarrollo local, incluyendo la seguridad alimentaria, el empleo directo e indirecto de miles de campesinos e incluso la estabilidad social de las localidades (SIAP, 2013), ya que dejarían de recibir los ingresos de estas ventas, además de que se perderían los empleos directos e indirectos derivados de este.

**Implicaciones prácticas.** Un estudio de vulnerabilidad agrícola del aguacate de temporal ante el CC en cuatro municipios que conforman la franja aguacatera en el estado de Michoacán, podrá estimar la sensibilidad que tendrá el cambio climático y el calentamiento global en algunos municipios del estado de Michoacán los cuales por sus características económicas, geográficas y sociales podrían verse más afectadas ante este fenómeno. De esta manera los tomadores de decisiones podrían realizar las acciones preventivas para poder mitigar y adaptarse con anticipación a los hechos de reducción o pérdida de la producción.

**Valor teórico.** Este trabajo permite conocer el estado del arte del término de Vulnerabilidad Agrícola y su aplicación en regiones municipales. Situación que por el momento no se desarrollado. Además permitirá conocer la correlación entre la variabilidad climática y el tiempo, así como su relación con el entorno social y económico.

Por otra parte este trabajo será un parteaguas para otros trabajos de VA municipal con otros productos, ya que independientemente de la situación política-social de la entidad, solo se requieren datos de escritorio, evitando el trabajo de campo, el cual significa un riesgo importante para el investigador.

## **2.12. Tipo de estudio**

El tipo de estudio de este trabajo de investigación con base en su alcance se considera exploratorio, descriptivo y correlacional: en primera instancia se considera exploratorio porque hasta el momento no existe otro trabajo de VA agrícola estimado a nivel municipal en el estado de Michoacán, por tanto los la metodología utilizada será un modelo modificado propuesto por la autora, y adecuado para obtener resultados de con una desagregación municipal.

En segunda instancia se pretende que este estudio tenga un alcance descriptivo debido a que se pretende explicar cómo el cambio climático en los municipios representa un factor de riesgo para los cultivos más importantes de las localidades del estado y en donde además intervienen aspectos socioeconómicos de dichas regiones.

De esta manera se describirá el contexto climático, social y económico de la región-municipio sobre las cuales se llevara a cabo la estimación. Y, los resultados describirán la variable más vulnerable sobre la cual los tomadores de decisiones podrán basarse para realizar las actividades de prevención del daño.

Y por último, se considera correlacional porque los resultados mostrarán una correlación entre la variable dependiente (VA) y las independientes (VC y CA), de tal manera que si la variabilidad climática cambia, o la capacidad adaptativa es baja, se observará un valor estimado entre medio y alta VA.

Por otra parte, tomando en cuenta el tipo de enfoque del estudio este se considera un trabajo cuantitativo, ya que utiliza modelos matemáticos y estadísticos que permitan estimar todos los indicadores de medición en los cuales se basa para verificar la aceptación o refutación de la hipótesis establecida.

## 2.13. Operacionalidad

Planteamiento del problema		Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicadores
Identificación	Objetivo				
La producción de aguacate de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán podría presentar vulnerabilidad ante el impacto del cambio climático.	Elaborar un estudio de vulnerabilidad agrícola del aguacate de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan del estado de Michoacán, que estime un pronóstico de los posibles cambios derivados del cambio climático, teniendo como base las características propias de cada municipio.	La producción del aguacate de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán presenta vulnerabilidad ante el impacto del cambio climático.	<b>Dependiente</b> Vulnerabilidad agrícola	<b>VULNERABILIDAD AGRÍCOLA:</b> La probabilidad de que una comunidad, expuesta a una amenaza natural, pueda sufrir daños humanos y materiales según el grado de fragilidad de sus elementos: infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político-institucional (CEPAL-BID, 2000).	<b>VULNERABILIDAD AGRÍCOLA:</b> • Amenaza del cambio climático en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán • Sensibilidad de los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán. • Capacidad de adaptación de los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán.
			<b>Variable independiente</b> Amenaza del cambio climático en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán	<b>AMENAZA:</b> La amenaza es el fenómeno peligroso. Se le define como la magnitud y duración de una fuerza o energía potencialmente peligrosa por su capacidad de destruir o desestabilizar un ecosistema o los elementos que los componen, y la probabilidad de que esa energía se desencadene (Vargas, 2002).	<b>AMENAZA:</b> • Variabilidad climática: • Temp. máxima; • Temp. mínima; • Temp. media; • Precipitación.
			<b>Variable independiente</b> Sensibilidad de los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán	<b>Sensibilidad ante el CC</b> Nivel en el que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados con el clima. El efecto puede ser directo (por ejemplo, un cambio en la producción de las cosechas en respuesta a la media, gama o variabilidad de las temperaturas) o indirecto (los daños causados por un aumento en la frecuencia de inundaciones costeras debido a una elevación del nivel del mar) (CONANP).	<b>Sensibilidad ante el CC</b> • Escenario del Pronóstico de Rendimiento de los cultivos de aguacate y maíz.

---

<b>Variable independiente</b>	<b>Capacidad Adaptativa</b>	<b>Capacidad Adaptativa</b>
Capacidad Adaptativa	<p>Son los medios por los cuales gente u organizaciones usan los recursos disponibles y habilidades para enfrentar las consecuencias adversas que puedan conducir a desastres. Y se divide en tres dimensiones: social, económico y productivo. La dimensión social, que está asociada al nivel de educación y a la calidad de vida de la población. La segunda se refiere a las características asociadas al tipo de agricultura desarrollada. Y por último la dimensión económica la cual asocia la medida del capital que se está arriesgando (Santibáñez Q., 2008).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CA del sistema productivo</li> <li>- CA del sistema social</li> <li>- CA del sistema económico.</li> </ul>

---

## **CAPITULO I. MARCO REFERENCIAL**

En este apartado se expone el contexto en el que la investigación se desarrolla para crear un marco que proporcione una visión del lugar donde se sitúa la problemática expuesta y en el cual la investigación se mueve (Hernandez Sampieri, 2007).

Esta sección se divide en tres apartados. En el primero se describe el estado de Michoacán, en el segundo se contextualiza a la “Región Aguacatera” del estado, y por último en la tercera parte, se describen a los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, en los cuales se centra la presente investigación.

Por lo que a continuación se inicia con este apartado.

### 3. El Estado de Michoacán

#### 3.1. Generalidades

La palabra Michoacán procede de la voz náhuatl “michihuacán”, que quiere decir, “lugar de pescadores”. Otros autores hacen derivar la misma palabra de la voz tarasca “Michmacuán”, que significa, “lugar junto al agua”. El significado se atribuye al hecho de que, las primeras poblaciones prehispánicas, se construyeron en torno de los lagos de Pátzcuaro, Zacapu, Cuitzeo y Zirahuén (SRE, 2012).

#### 3.2. Localización

El estado de Michoacán se localiza en la parte centro occidente de la República Mexicana, sobre la costa meridional del Océano Pacífico, entre los 17°54'34" y 20°23'37" de latitud Norte y los 100°03'23" y 103°44'09" de longitud Oeste. Colinda con el estado de Jalisco al noroeste, al suroeste con Colima, al norte con Guanajuato y Querétaro, al este con el Estado de México, al sureste con Guerrero y al suroeste con el Océano Pacífico (SRE, s.f.).

Fig. 17. Ubicación del Estado de Michoacán en México.



Fuente: travelbymexico.com, (2014).

El estado de Michoacán cubre una extensión de (59,864 km<sup>2</sup>) que representa alrededor del 3% de la superficie total del territorio nacional, ocupando el lugar número 16 en extensión entre las 32 entidades del país. Tiene un litoral que se extiende a lo largo de 210.5 Km. Sobre el Océano Pacífico (ver figura 17) (SRE, s.f.).

Uno de los aspectos más destacables de Michoacán es la diversidad natural contenida en su territorio. Con mucha razón el geógrafo francés Claude Bataillon considera a este estado un microcosmos del México central (SRE, s.f.).

En Michoacán se encuentran la mayor parte de las unidades geográficas y paisajísticas con que se ha tipificado la corteza terrestre: sierras sumamente arrugadas tanto por plegamientos y fallas como por erupción de volcanes convertidos en montañas con cima a diferentes alturas; valles intermontanos, intermedios y bajos; mesetas, precipicios, cañadas, depresiones, planicies o llanuras, laderas, lomeríos ondulados, zonas lacustres, áreas semidesérticas, playas y taludes que se clavan en las aguas del mar (SRE, s.f.).

Estos relieves conllevan una amplia variedad de climas, vegetaciones, fauna y calidades de suelo que influyen fuertemente en la distribución y carácter de la población, en la red de vías de comunicación y en la gran variedad de actividades económicas, particularmente las agrícolas, manufactureras, industriales, comerciales, turísticas, pesqueras, forestales, etc. (SRE, s.f.).

La gran riqueza natural con la que cuenta Michoacán es el motivo por el cual en el año 2006 se decretaron 19 áreas naturales protegidas, que en total suman 20. Entre los más importantes están los humedales de la Laguna de Zacapu, el Lago de Pátzcuaro, la Laguna Costera del Caimán, la Playa Tortuguera de Mexiquillo, la zona Infiernillo- Zicuirán en donde abunda la selva baja y el Santuario de la Mariposa Monarca (SRE, 2012).

### **3.3. Organización Política**

Michoacán se constituyó como entidad federativa el 31 de enero de 1824. Cuenta con 113 municipios y su capital es la ciudad de Morelia, (antiguamente llamada Valladolid), que lleva este nombre en honor a don José María Morelos y Pavón, héroe de la independencia de México (SEPLADE, 2004).

### **3.4. Contexto Ambiental de Michoacán**

El estado de Michoacán es una entidad de fuertes y ricos contrastes ambientales. La complejidad de su fisiografía, que incluye cordilleras, mesetas, planicies, cuencas y litorales, induce la existencia de una gran variedad de climas, vegetaciones y suelos, colocándolo a nivel nacional como uno de los estados con la mayor variedad de ecosistemas y, por ende, de riqueza de flora y fauna (Gobierno de Michoacán, 2014).

De acuerdo al Estudio de Biodiversidad en Michoacán publicado en el año 2005, reporta 9 mil 509 especies registradas, destacando la presencia de 405 especies endémicas de México, de las que solo 224 se distribuyen en nuestro Estado, como es el caso del Zapote Prieto en Morelia, el pez blanco y el achoque de Pátzcuaro y la víbora de cascabel del Tancítaro, entre otras (Gobierno de Michoacán, 2014).

El estado ocupa el quinto lugar en riqueza de especies de flora y fauna registradas en México. Michoacán se sumó a los esfuerzos que a nivel nacional realiza la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad para el cumplimiento de los compromisos internacionales y nacionales en la materia, esto a través de la Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica del Estado de Michoacán (Gobierno de Michoacán, 2014).

#### **3.4.1. Climas de Michoacán**

Con una superficie territorial estimada en más de 5 millones 893 mil hectáreas, Michoacán tiene una gran variedad de climas. Frio en su región oriente, templado en el centro, y caluroso en tierra caliente y la costa (Gobierno de Michoacán, 2014).

La entidad aglutina cordilleras, mesetas, planicies, cuencas y litorales de modo tal que se encuentran altitudes que van desde el nivel del mar, en la costa, hasta los 3 mil 840 metros en el pico de Tancítaro (Gobierno de Michoacán, 2014).

Destaca la presencia de la depresión del río Lerma y la del río Balsas, así como la Porción Central del Sistema Volcánico Transversal, la Sierra Madre del Sur y la planicie Costera del Pacífico (Gobierno de Michoacán, 2014).

Estadísticamente, Michoacán tiene una precipitación media anual de 806 mm, y su temperatura promedio es de 22.2 grados centígrados, con extremos mínimos anuales de 14.7 grados centígrados y de 29.6 grados centígrados (Gobierno de Michoacán, 2014).

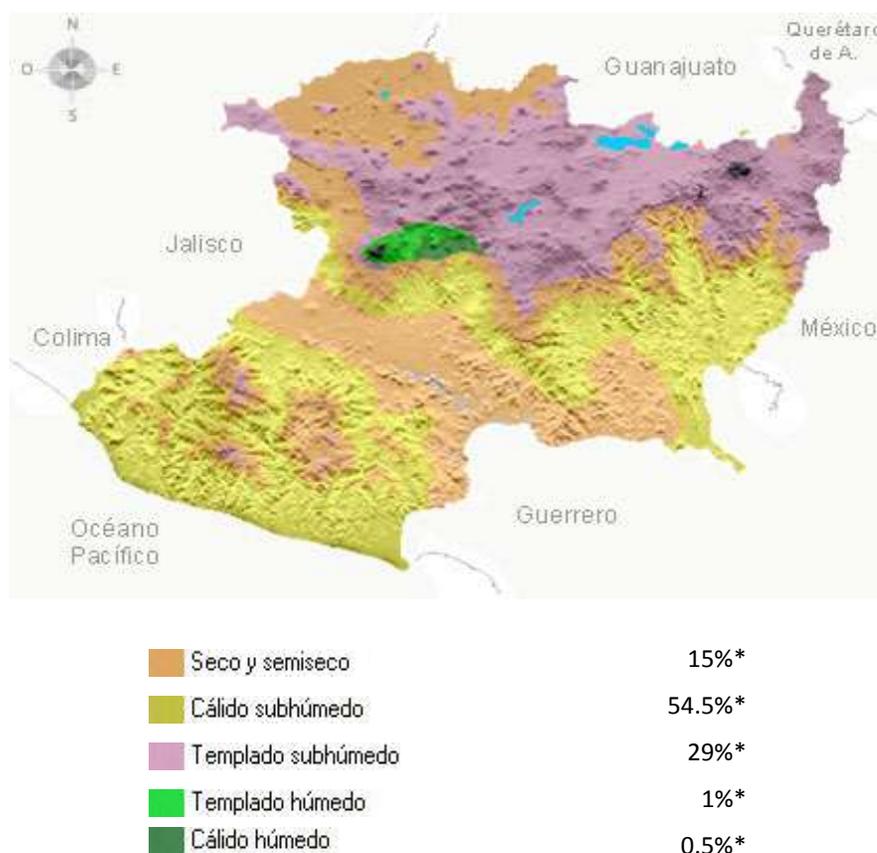
De manera general el estado presenta cinco climas diferentes los cuales son cálido subhúmedo, templado-subhúmedo, semicálido con lluvias en verano y semiseco. El clima seco y semiseco se presenta en el 15% de la superficie del territorio; el cálido subhúmedo se presenta en el 54.5% del estado, mientras que el templado subhúmedo en el 29% y el templado húmedo y cálido húmedo el 1.5%. Aunque algunos autores mencionan catorce tipos diferentes de climas en el territorio michoacano (ver figura 18) (Guillén A., 2010).

### **3.5. Contexto Socioeconómico del Estado de Michoacán**

El territorio del estado se agrupa en 10 regiones socioeconómicas denominadas: Lerma-Chapala, Bajío, Cuitzeo, Oriente, Tepalcatepec, Purépecha, Pátzcuaro-Zirahuén, Tierra Caliente, Sierra Costa e Infiernillo, en las cuales se distribuyen los 113 municipios que conforman al estado (ver figura 19) (SEPLADE, 2004).

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, Michoacán cuenta con una población de 4 millones 351 mil 037 habitantes, situándose con ello en el lugar número 9 a nivel nacional. Su densidad de población es de 74 habitantes por kilómetro cuadrado y registró una tasa de crecimiento de 0.3 % anual en el periodo 2000-2010. La población urbana representa el 69 % (3,002,216) y la rural representa el 31% (1,348,821). La edad promedio de la población michoacana es de 23 años, siendo el promedio nacional de 24 años (INEGI, 2010). Se estima que el 48.3% son hombres y el 51.7% son mujeres. El ritmo de crecimiento durante el periodo 2000-2010 fue del 9.17% (INEGI, 2010).

Fig. 18. Mapa del Clima del Estado de Michoacán de Ocampo.



Fuente: INEGI, (2011).

Los ocho municipios más poblados de la entidad son Morelia, Uruapan, Zamora, Lázaro Cárdenas, Zitácuaro, Apatzingán, Hidalgo y La Piedad, concentrando el 43.8% de la población total. Estos son los centros en donde la actividad agropecuaria y la industria tienen una mayor presencia y diversidad. Además, este natural movimiento de la población hacia las ciudades medias hace que Michoacán sea uno de los estados que muestren los mayores ritmos de urbanización del país (INEGI, 2010).

El estado de Michoacán tiene una composición multicultural, pluriétnica y multilingüe sustentada originalmente en sus pueblos y comunidades indígenas. Se reconoce la existencia de los pueblos indígenas, originarios, p'urhépecha, nahua, hñahñú u otomí, jñatjo o mazahua, matlatzinca o pirinda y a todos aquellos que preservan todas o parte de sus instituciones económicas, sociales, culturales, políticas y territoriales (SCJN, 2013).

Fig. 19. Regionalización del Estado de Michoacán.



Fuente: SEPALDE, (2004).

El Censo de Población y Vivienda 2010, registró en Michoacán 136 mil 608 personas de 5 y más años que hablan alguna lengua indígena, 14 mil 759 más que los registrados en el año 2000 (121 mil 849 personas), esto significa que actualmente 4 de cada 100 personas en dicho rango de edad habla alguna lengua indígena. De la población total de 3 años y más de edad hablante de lengua indígena en la entidad, 48.1% son hombres y 51.9% mujeres; las lenguas Purépecha (o Tarasco) y Náhuatl agrupan en conjunto 89.7% de los hablantes en la entidad (INEGI, 2010).

El estado se presenta como uno con un alto grado de marginación con respecto a la medida nacional, en donde aproximadamente 73,002 habitantes viven en localidades con un muy alto nivel de marginación (Tzitzio, Susupuato, Aquila, Nocupétaro, Churumuco) 715, 637 con un alto nivel de marginación (Acuitzio, Aguililla, Aporo, Ario, Artega, Carácuaru,

Coalcomán, Contepec, La Huacana, Huetamo, Juárez, etc.), 611, 151 hab., con un nivel medio y más de 2.54 millones de habitantes con un nivel bajo y muy bajo de marginación. En donde el analfabetismo alcanza el 12.58%, y el 5.66% de la población no cuenta con servicio de drenaje ni sanitario, y el 55.79% de la población ocupada cuenta con un ingreso de hasta 2 salarios mínimos y el 40.51% de la población vive en localidades rurales (menores de 5000 habitantes (SEDESOL, 2013).

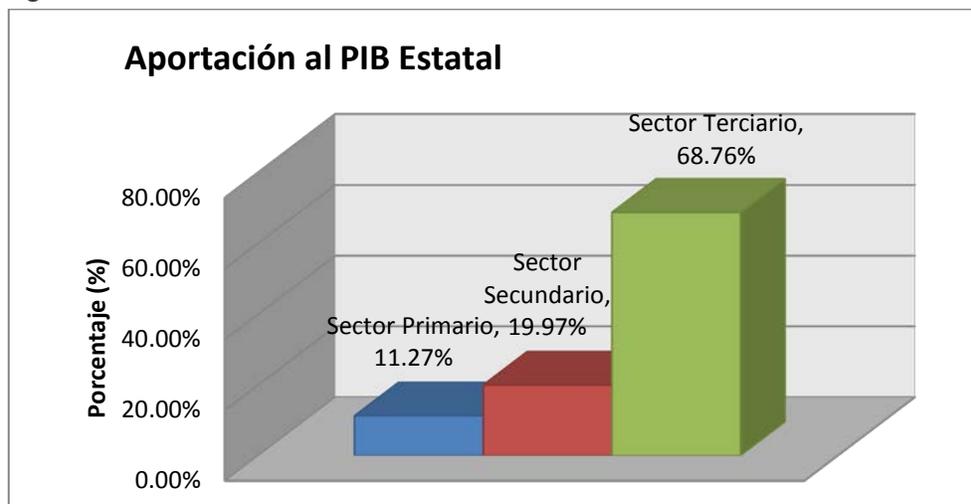
### **3.5.1. La Economía en el Estado de Michoacán**

Michoacán aporta el 2.5% del Producto Interno Bruto de México (INEGI, 2012). Dentro de las actividades económicas, el sector primario comprendido por la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza aporta el 11.27%; mientras que el sector secundario en el rubro de minería se aporta el 0.52%, la construcción y electricidad, agua y gas aporta el 6.95%, mientras que la industria manufacturera con el 12.50%, sumando en total el 19.97% (ver figura 20).

Por último el sector terciario siendo el rubro con mayor importancia en el estado, suma el 68.76%, donde el Comercio, Restaurantes y Hoteles representa el 20.44%, los Servicios Financieros e inmobiliarios el 14.6%, el de Transportes e Información en medios masivos el 10.1%, los Servicios Educativos y Médicos aporta el 10.7%, las actividades del Gobierno aportan el 5.1% y el resto de los servicios el 7.8%. Con lo cual se puede establecer que el sector terciario específicamente el comercio, los servicios inmobiliarios y educativos son las actividades más importantes en el estado (INEGI, 2012).

El PIB estatal se estimó en 198.61 mmdp en el 2009, contribuyendo el sector primario con el 11.17% del PIB estatal ocupan el 37% de la Población Económicamente Activa y, el sector secundario con el 19.18% y el sector terciario como el más importante de las actividades económicas del estado contribuyendo con el 69.65% (INEGI, 2010).

Fig. 20. Contribución de los Sectores Económicos al PIB Estatal de Michoacán 2010.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del INEGI (2005-2010).

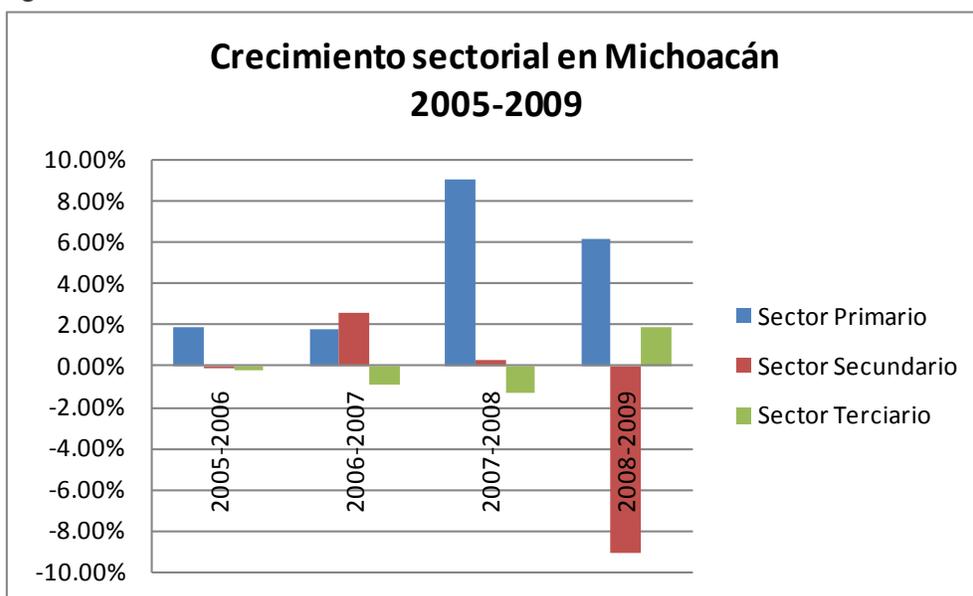
Si se toma en cuenta la tasa de crecimiento de cada uno de los sectores, se observa que el primario ha incrementado en 4.7% promedio anual, principalmente por los últimos dos años (2008 y 2009) cuya tasa de crecimiento fue del 9% y 6% respectivamente, ya que los años anteriores apenas se alcanzaba entre 1.7% y 1.8% (INEGI, 2010).

El sector secundario mantiene una tasa negativa promedio del -1.6% anual, lo cual suma en cinco años un 6.5% de pérdida. Y por último el terciario presenta también un decrecimiento promedio anual del -0.18 (ver figura 21) (INEGI, 2010).

Para el 2009 el estado de Michoacán cuenta con 176 186 unidades económicas, lo cual corresponde al 4.7% del total de unidades productivas del país. Dentro de las cuales se emplean a 608 175 personas. Del total del personal ocupado en la entidad, el 57% (345 571) son hombres y el 43% (262 604) son mujeres (INEGI, 2010).

En promedio las remuneraciones que recibe cada trabajador al año en el estado son aproximadamente \$64 441, quedando muy por debajo de la media nacional que es de \$99 114 pesos (INEGI, 2010).

Fig. 21 Crecimiento de cada sector económico en el estado de Michoacán 2005-2009.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del INEGI (2005-2009).

Respecto a la infraestructura que existe en el estado de Michoacán hasta el 2011 se contaron con 1194 unidades médicas públicas y 6 742 médicos, asimismo con 180 unidades particulares con 536 médicos; 12 427 escuelas públicas y privadas con un total de 1 258 300 alumnos y más de 70 mil maestros, ocupando el 6° lugar a nivel nacional. Del número de escuelas 11284 corresponden a escuelas de educación básica y media, 626 de educación media superior y solo 215 escuelas de nivel superior (INEGI, 2014).

Siendo un estado con alta ocupación en el sector turismo actualmente la entidad cuenta con 629 establecimientos de hospedaje que a su vez cuentan con 16 926 habitaciones (INEGI, 2014).

Por otro lado en el estado se tienen 12 847 kilómetros de caminos carreteros, 1242 kilómetros de vías férreas, más de 540 500 líneas telefónicas, un puerto marítimo ubicado en Lázaro Cárdenas, un aeropuerto internacional; 1025 oficinas postales, 72 radiodifusoras de las cuales 40 son de amplitud modulada (AM), y 32 de frecuencia modulada (FM), así como 36 estaciones televisoras (INEGI, 2014).

De los tres sectores económicos se puede observar que el primario es el sector que contribuye en menor medida con el resto para los ingresos de la entidad y la agricultura a pesar de que muestra un pequeño crecimiento es un sector que emplea a un número importante de habitantes del país pero este, representa en algunos municipios la actividad primordial tanto para su economía como para su alimentación, además de que se trata de un rubro indispensable para la subsistencia del hombre. Sin embargo, se observa que existe un riesgo latente impulsado por los cambios en la variabilidad tanto de las temperaturas como de la precipitación pluvial promedio que se había manejado de manera cotidiana entre los agricultores, por ello se requiere conocer el riesgo que corre este sector para poder establecer un pronóstico de este subsector.

El desarrollo económico en Michoacán dista de ser homogéneo. En particular, la entidad presenta una dicotomía: el norte, por una parte, poblado, semindustrializado, con infraestructura parcialmente adecuada y con inversión en sectores turísticos y comerciales; por otra parte el sur, disperso demográficamente, mayoritariamente agropecuario, escaso de infraestructura y con múltiples áreas de pobreza extrema (PNUD, 2008).

A pesar del bajo nivel de desempleo en el estado, en 2005 alrededor de 2.6%, los empleos existentes no eran bien remunerados, toda vez que casi la mitad (43%) de los empleados en Michoacán percibían una remuneración igual o menor a dos salarios mínimos, en tanto que 60% recibía menos de tres salarios mínimos. Esto se conjugaba con el hecho de que sólo un 7% de los trabajadores recibía más de cinco salarios mínimos. Es decir, en Michoacán, como en el resto de las entidades del país, coexisten la pobreza y la desigualdad en los ingresos. Es revelador, respecto a la calidad de los empleos, que el 79% de la población ocupada no cuenta con servicios de salud (privados o públicos) por parte de su empleador y 36.5% pertenece al sector informal (PNUD, 2008).

Las condiciones anteriores propician que alrededor de 72.5% de los hogares michoacanos sean considerados como pobres de patrimonio situando a Michoacán dentro de los diez estados con mayor nivel de este tipo de pobreza. Por otra parte, estimaciones (2005) indican que de los 113 municipios que componen al estado, el 90% muestra que más del 50% de su población se encuentra en pobreza de patrimonio. A nivel nacional, esta cifra alcanza el 75.6% (PNUD, 2008).

### **3.5.2. Índice de Desarrollo Humano en el Estado de Michoacán**

Según el programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, el IDH es un indicador social del desarrollo humano por país, basado en un estadístico compuesto por el promedio simple de tres índices: el Índice de Educación, el Índice de Ingreso, y el Índice de Salud. Este busca la ampliación equitativa de la libertad dentro de circunstancias particulares del territorio, población, recursos naturales, actividad económica y organización social (PNUD, 2008).

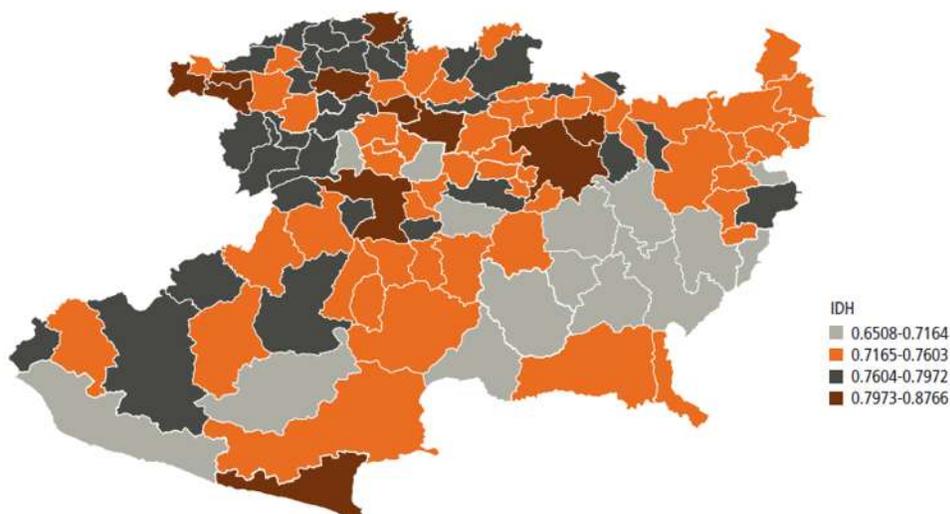
Según los resultados del 2007, Michoacán muestra una importante heterogeneidad socioeconómica, sin ser de las más elevadas del país, con un crecimiento poblacional que ha venido desacelerándose, aunque con un dinámico proceso de urbanización y una creciente diversidad en su actividad económica (Ver figura 22) (PNUD, 2008).

El resultado muestra un IDH de 0.7624 para el 2005 para el estado de Michoacán, que lo llevó a ocupar el lugar 28 en el ordenamiento nacional, misma posición que ocupó durante el año 2000. En la entidad, durante el periodo 2000-2005, el IDH tuvo un incremento de 2.2%, superior al promedio nacional, lo cual refleja un avance importante para la entidad (PNUD, 2008).

En el ordenamiento mundial del IDH Michoacán entraría en la categoría de desarrollo humano medio con un nivel similar al de Paraguay o las islas San Vicente y Granadinas, y alcanzaría la posición 91. Con respecto a América Latina y el Caribe, el estado se ubica por debajo del valor medio del IDH en la región (PNUD, 2008).

En términos regionales, en 2005 las zonas colindantes con los estados de México y Guerrero presentan los menores niveles de IDH, mientras la región Cuitzeo tiene el mayor desarrollo humano. En el periodo 2000-2005 se observa que la región Sierra-Costa muestra un avance relativo de su IDH. Por el contrario, las regiones Bajío y Lerma-Chapala reportan un retroceso de una posición. Para el año 2005 se registró una importante desigualdad regional, donde la región Sierra-Costa presenta el mayor cociente entre el municipio con menor IDH y el municipio con mayor IDH, de 78.8% (PNUD, 2008).

Fig. 22. Índice de desarrollo humano en los Municipios de Michoacán.



Fuente: PNUD, (2008).

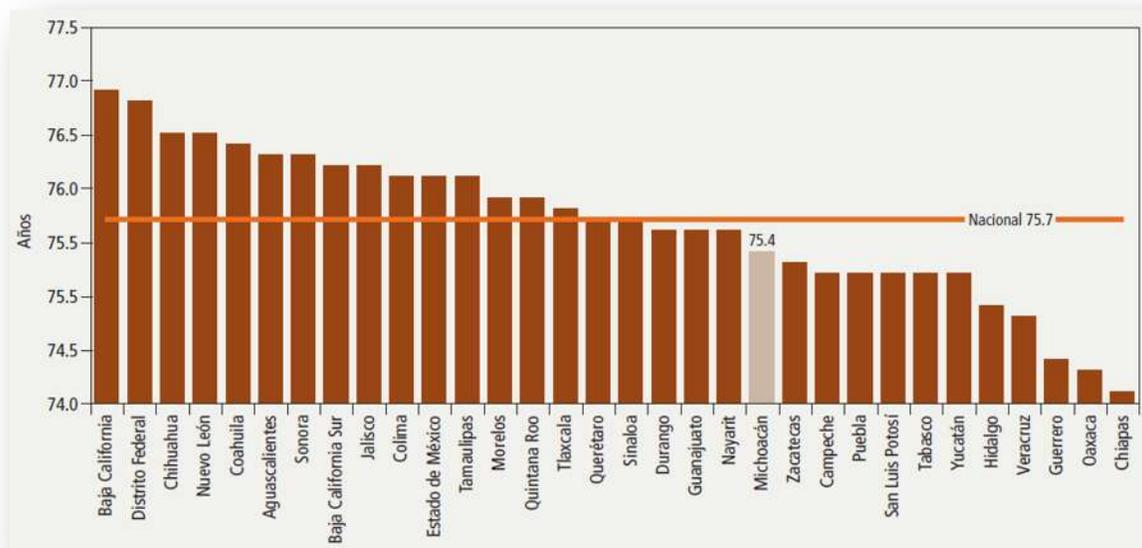
En Michoacán la mayoría de los municipios se ubican, por su nivel en el IDH, en la categoría de desarrollo humano medio. A diferencia de otros estados, no existen municipios con niveles de desarrollo humano bajo; sin embargo, sólo un municipio (Morelia) alcanza un nivel de desarrollo humano alto, al registrar un IDH de 0.8256. Morelia colinda con Tzitzio, el municipio con el nivel de desarrollo más bajo del estado, con un IDH de 0.6173, una diferencia de 25% (PNUD, 2008).

### 3.5.2.1. Índice de Salud en el Estado de Michoacán

Si se toma como referencia el incremento en la esperanza de vida al nacer, entre 2000 y 2006 Michoacán se ubicó en el doceavo lugar en el país con un incremento superior a 1.7 años (ver figura 23). En el año 2005, las principales causas de mortalidad en el estado fueron las enfermedades del corazón, diabetes mellitus, tumores malignos, y enfermedades cerebrovasculares. En cuanto a la mortalidad materna, Michoacán se ubicó en el séptimo lugar a nivel nacional; en mortalidad por cáncer mamario, en 2006 el estado se ubicó en el lugar número 15; por cáncer cervicouterino ocupó el lugar 17, mientras la mortalidad infantil situó a Michoacán en el lugar número 11. En 2005 las principales causas de muerte

en menores de un año fueron las afecciones originadas en el periodo perinatal, las malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas, los accidentes, las enfermedades infecciosas intestinales y la influenza y la neumonía (PNUD, 2008).

Fig. 23. Esperanza de vida al nacer por entidad federativa 2006.



Fuente: PNUD, (2008).

Respecto a la población indígena, en 2005 la población hablante de lengua indígena de Michoacán representaba el 3.2% de la población total de la entidad. En el estado, según el PNUD (2008) la población indígena es más susceptible a padecer enfermedades, toda vez que existen desigualdades sociales que impactan sus condiciones de salud. Tal es el caso del VIH/sida, que de 1985 a junio de 2004 registró 347 casos en la Meseta Purépecha, lugar donde habita el grupo indígena más importante de la entidad (PNUD, 2008).

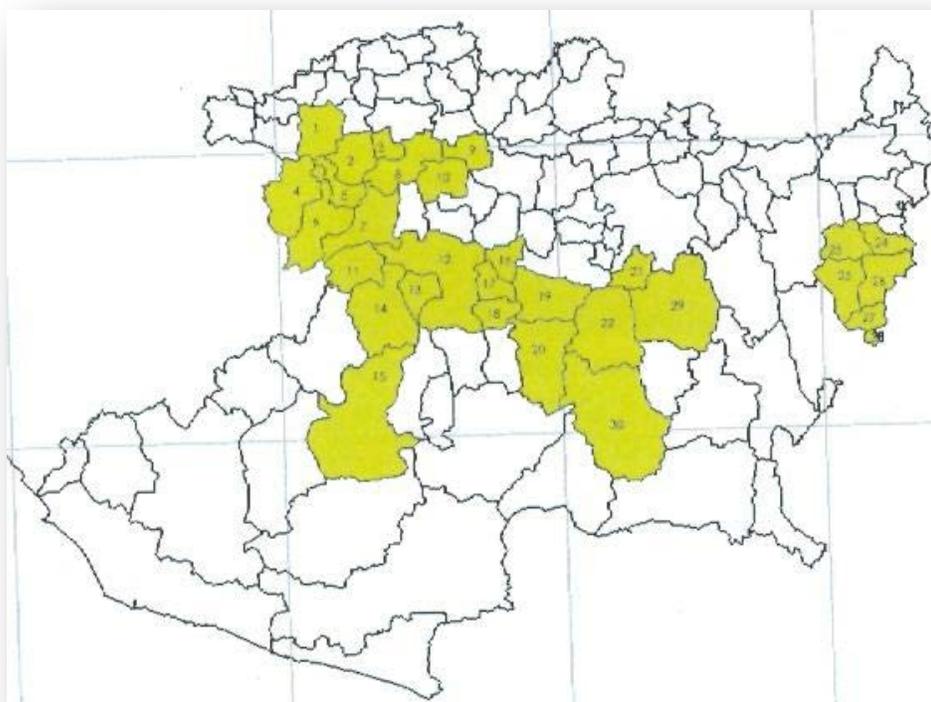
En el estado de Michoacán el 16.2% del total de la población indígena se encuentra afiliado al IMSS; el 4.4% al ISSSTE; el 0.2% a PEMEX; el 0.7% posee seguro popular y el 0.3% está asegurado en alguna institución privada; mientras que el 78% de esta población no tiene derecho a servicios médicos (PNUD, 2008).

#### 4. La Franja Aguacatera del Estado de Michoacán

La franja Aguacatera del estado de Michoacán es una región volcánica reciente que ocupa 19 431 kilómetros cuadrados y representa el 32%% de la superficie estatal (INEGI, 2011).

Esta franja abarca principalmente 22 municipios, los que varían en la superficie plantada con este cultivo desde menos de 5 ha, hasta más de 23,000 ha como es el caso del municipio de Tancítaro (Salazar G. & Zamora C., 2005). Sin embargo actualmente se siembra aguacate Hass en 41 de los 113 municipios del estado de Michoacán (ver figura 24).

Fig. 24. Mapa dela franja Aguacatera en el Estado de Michoacán.



Fuente: Guillén, (2010).

Presenta una población total en el año 2010 de 2 371 694 personas lo cual representa el 55% del estado. En la región existen 3698 localidades (INEGI, 2011).

Los municipios que conforman la franja aguacatera son Tancítaro, Tacámbaro, Periban, Uruapan, Salvador Escalante, Ario, Nuevo Parangaricutiro, Los Reyes, Ziracuaretiro, Tingüindín, Tingambato, Turicato, Acuitzio, Zitácuaro, Tangancícuaro, Cotija, Taretan, Madero, Tangamandapio, Erongarícuaro, Tocumbo, Apatzingán, Juárez, Jiquilpan, Hidalgo, Huiramba, Irimbo, Morelia, Ocampo. Es importante tomar en cuenta que para poder establecer estos datos se toma en cuenta todos los municipios en donde actualmente se siembra aguacate, en base a que en la literatura no se establece un valor fijo de respecto a los municipios que la conforman, por lo cual aquí se establece el valor anteriormente establecido (Guillén A., 2010).

De acuerdo a datos del SIAP (2011), en esta región se utilizan más de 108 000 ha sembradas de cultivo de aguacate y es considerada como una de las cadenas agroalimentarias más importantes del estado, tanto en el aspecto económico como en el social, ya que genera una derrama económica del orden de los 16 mil 453 millones de pesos, con una producción de 1.1 millones de toneladas, con rendimientos que van desde las 12.5 t/ha a 3 t/h; rangos debidos principalmente al tipo de riego que se lleva a cabo en las huertas (SIAP-SAGARPA, 2011). En lo que a empleos se refiere se estima que se generan 47 mil jornales permanentes al año, 70 mil empleos estacionales, equivalentes a un total de 10.5 millones de jornales anuales, así como 187 mil empleos indirectos permanentes (Guillén A., 2010).

#### **4.1. Historia y Distribución del Aguacate**

Se considera que el aguacate se origina al centro y este de México siguiendo hasta Guatemala y parte de Centroamérica. El nombre azteca es del aguacate corresponde a la palabra “ahuacatl” cuyo significado es testículos.

Arqueólogos en Perú encontraron semillas de aguacate doméstico enterradas con momias Incas que datan hasta 750 años A.C. y hay evidencias de que los aguacates fueron cultivados en México desde 500 años A.C. Mayor evidencia se menciona en el Códice Florentino, estableciendo que culturas precolombinas ya contaban con un buen conocimiento sobre el aguacate haciendo alusión a tres tipos principales: aoacatl, quilaoacatl y tlacacoloacatl, que por su descripción podrían equivaler a las tres especies principales de esta planta: mexicana, guatemalteca y antillana, respectivamente (Guillén A., 2010).

Los conquistadores españoles llevaron el aguacate a su país en el año de 1600 de donde posteriormente fue distribuido a otras regiones del mundo; los nombres originarios de esta fruta eran difíciles de pronunciar por lo cual fue cambiado con base en el idioma propio de cada lugar donde fue acogido, denominándolo aguacate en español, avocado en el idioma inglés, avocatier en francés, abacate en portugués, palta en Sudamérica y advokaterbaum en alemán (Guillén A., 2010).

Desde finales del siglo XIX, aunque de forma muy incipiente, comenzó la comercialización regional del aguacate en Michoacán, con dos variedades de uso común aguacate grande y aguacate chico; cultivados en dos subregiones: la tierra templada y la tierra caliente (Hernández. 2001), Todavía hasta antes de 1963, el aguacate que predominaba en Michoacán era el "criollo", pero a partir de ese año, fue desplazado por algunas variedades mejoradas, entre las que sobresalieron las variedades Fuerte y Hass (Guillén A., 2010).

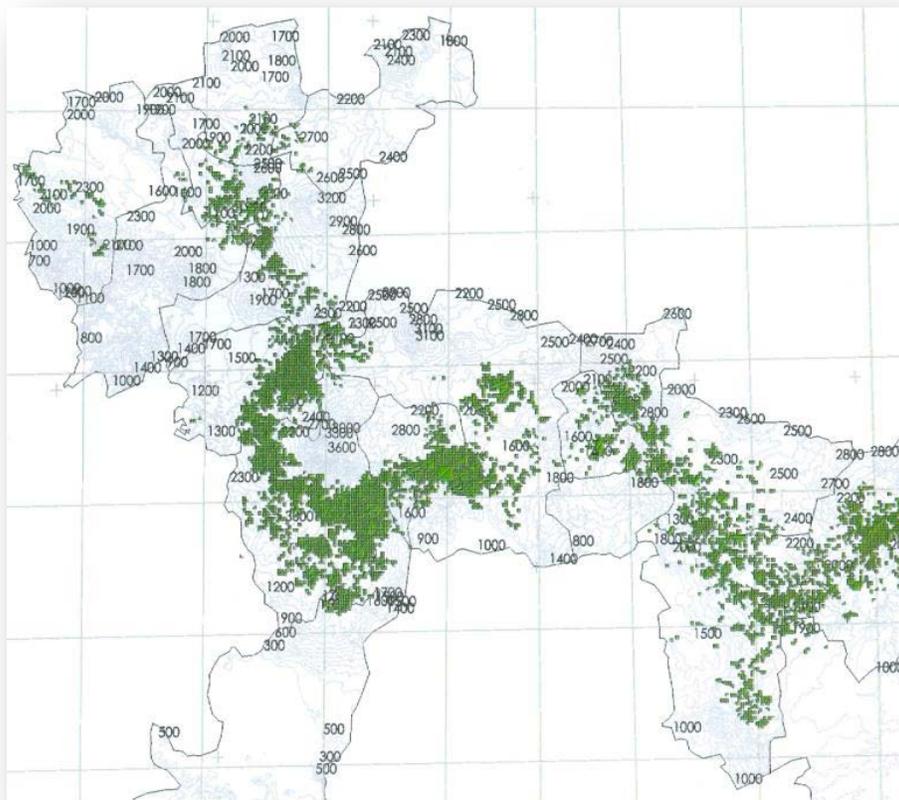
En el año de 1957 se estableció la primera huerta comercial en la localidad de Caracha, en donde se incluyeron las dos variedades antes descritas. Sin embargo, la primera huerta comercial exitosa que se estableció fue la llamada Tanaxhuri, la principal variedad que se estableció fue Fuerte y algunas selecciones de Hass y Rincón. De las tres variedades sobresalió la variedad Hass, por excelente su productividad y resistencia a plagas. Actualmente esta variedad es la que se sigue explotando exitosamente a nivel comercial (Guillén A., 2010).

## 4.2. Ubicación Geográfica

La franja aguacatera del estado de Michoacán se encuentra localizada en la provincia fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal entre los paralelos 18° 45' y 20° 6' latitud norte y los meridianos 101° 47' y 103° 13' de longitud oeste (Guillén A., 2010).

La ubicación geográfica de esta región fue determinada con base en los municipios extremos de la franja: Tangancícuaro-Apatzingán (Latitud) y Cotija-Zitácuaro (Longitud). En esta región aguacatera, sobresalen por su producción 22 municipios, que cubren una superficie de 1, 229.60 ha; del total, en 94,045.28 ha se encuentra establecido el cultivo de aguacate (Guillén A., 2010).

**Fig. 25. Superficie ocupada por las huertas de aguacate en la franja aguacatera del estado de Michoacán y altitud de los municipios.**



Fuente: Guillén, (2010).

La delimitación territorial se observa en la figura 25, las áreas coloreadas indican la superficie ocupada con huertas de aguacate en cada municipio, notándose que la mayor superficie se localiza en el municipio de Tancítaro (29.95 %), seguido de Ario (14.49%) y Uruapan (12.24 %). Los municipios con menor superficie plantada con aguacate son Taretan (0.67 %), Tuxpan (0.69 %) y Apatzingán (0.23 %) (Guillén A., 2010).

### **4.3. Altitud**

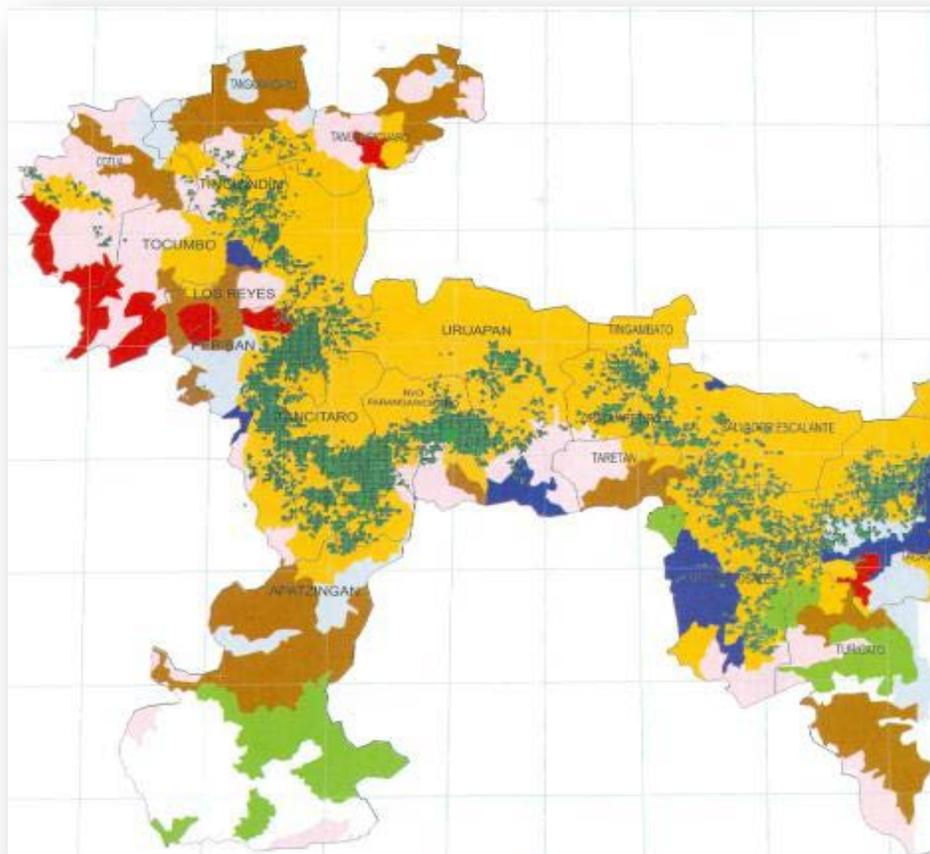
La altitud de los municipios que conforman la franja van desde los 300 m.s.n.m. (Apatzingán), hasta los 3 850 m.s.n.m (Tancítaro), perteneciendo este último límite de altitud al estratovolcán Pico de Tancítaro, la parte más alta del estado de Michoacán (ver figura 24).

Sin embargo, en estos dos extremos de altitud, no existen plantaciones de aguacate, ya que la franja del cultivo se localiza entre los 1100 y los 2900 msnm, y la mayor superficie (74 463.15 ha) cultivada con esta especie se ubica entre los 1600 a 2100 msnm (Guillén A., 2010).

### **4.4. Tipo de Suelo**

Según Guillén (2010), los 22 municipios más importantes de esta región, presentan ocho tipos de suelo: andosol, acrisol, litosol, feozem, luvisol, cambisol, vertisol y regosol (ver figura 26). El cultivo del aguacate se encuentra establecido en su mayor parte (84 501.06 ha) en suelos de tipo andosol, representando ésta área un 89.81 % de la superficie total de aguacate de los municipios. En contraste, no se observan plantaciones de aguacate en el tipo de suelo regosol.

Fig. 26. Tipos de suelo de la región aguacatera.



Fuente: Guillén, (2010).

#### 4.5. Tipo de Clima de la Franja Aguacatera

Para la descripción del factor climático se consideraron en forma individual los elementos del clima que son incidentes en el desarrollo del cultivo: temperatura, precipitación, humedad relativa, heladas y granizadas. De acuerdo con la clasificación de Copen, modificada por García (1981), se presentan 14 diferentes tipos de clima (Figura 27). El cultivo del aguacate se encuentra establecido en diez de los catorce climas que se presentan en el estado (Guillén A., 2010).

Los climas predominantes son: semicálido húmedo (25.21%) con abundantes lluvias en verano; cálido subhúmedo (20%) con lluvias en verano, intermedio en cuanto a humedad, y

semicálido subhúmedo (18.84%) con lluvias en verano, todos con lluvia invernal menor de 5%. En contraste, en el clima semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano y lluvia invernal menor de 5%, se presenta la menor superficie (41.13 ha) cultivada y que representa el 0.04 % de la superficie total cultivada con aguacate (Guillén A., 2010).

Fig. 27. Climas de la Franja Aguacatera en el estado de Michoacán.



Fuente: INEGI, (2006).

#### 4.6. Temperaturas Medias

El cultivo de aguacate se encuentra distribuido en zonas en donde se presentan temperaturas medias anuales que oscilan desde los 16°C hasta los 24°C. La mayor superficie (81 909 ha) con aguacate se encuentra establecida en temperaturas que oscilan entre los 18 y 20°C. Por el contrario en temperaturas medias anuales alrededor de 24°C, solamente están establecidas 82.27 ha de aguacate (Guillén A., 2010).

#### **4.7. Precipitación Pluvial**

La precipitación pluvial es un factor cada vez más importante para el desarrollo del cultivo del aguacate. En el estado existen zonas con precipitaciones desde los 600 mm hasta 1500 mm anuales. Sin embargo, el cultivo del aguacate no se encuentra establecido en áreas en donde las precipitaciones son menores a 800 mm; por el contrario, la mayor superficie (49%) se ubica, en áreas en donde las precipitaciones son de 1200 mm anuales (Guillén A., 2010).

## **5. La Microrregión aguacatera Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan del Estado de Michoacán**

La microrregión aguacatera de la ruta Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan es parte de la denominada franja aguacatera del estado de Michoacán. Ocupa una superficie de 3930.8 kilómetros cuadrados y representa el 6.57% de la superficie estatal (INEGI, 2011).

Esta microrregión de la franja aguacatera abarca 4 municipios, los que varían en la superficie plantada con aguacate Hass desde menos de 448.8 ha, hasta más de 13,932 ha como es el caso del municipio de Tacámbaro (SIAP, 2013). Para el 2013 se siembran 31,588 ha del producto, lo cual representa el 25.8% de la producción total anual del estado de aguacate Hass.

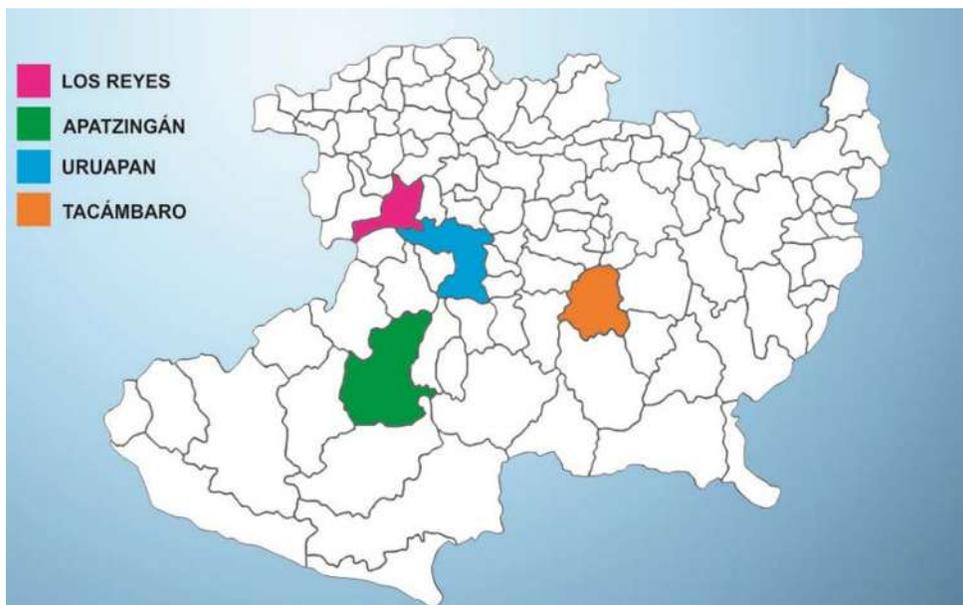
Esta microrregión aguacatera de Michoacán tiene su razón de ser en el hecho de contar con un número significativo de datos climáticos de por lo menos 30 años con los cuales se podrán realizar estimaciones de variabilidad climática de temperatura y de precipitación. Ya que a partir de la información municipal puede obtenerse el valor regional de todas las variables por medir.

### **5.1. Ubicación Geográfica**

La microrregión aguacatera del estado de Michoacán se encuentra localizada en la provincia fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal entre los paralelos 19° 05' y 19° 51' latitud norte y los meridianos 101° 28' y 102° 59' de longitud oeste (OEIDRUS, 2006).

En esta región aguacatera, sobresalen por su producción y superficie sembrada 4 municipios, que cubren una superficie de 90, 653.09 ha; del total, en 31, 588 ha se encuentra establecido el cultivo de aguacate (SIAP, 2013) (ver figura 28).

Fig. 28. Mapa de la Microrregión aguacatera ruta Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro, Uruapan del Estado de Michoacán.



Fuente: Elaboración propia.

La superficie sembrada de aguacate tipo Hass en la región se presenta de la siguiente manera: Apatzingán 448 ha, Los Reyes 3664 ha, Tacámbaro 13,932 ha y Uruapan con 13,543 ha.

## 5.2. Altitud

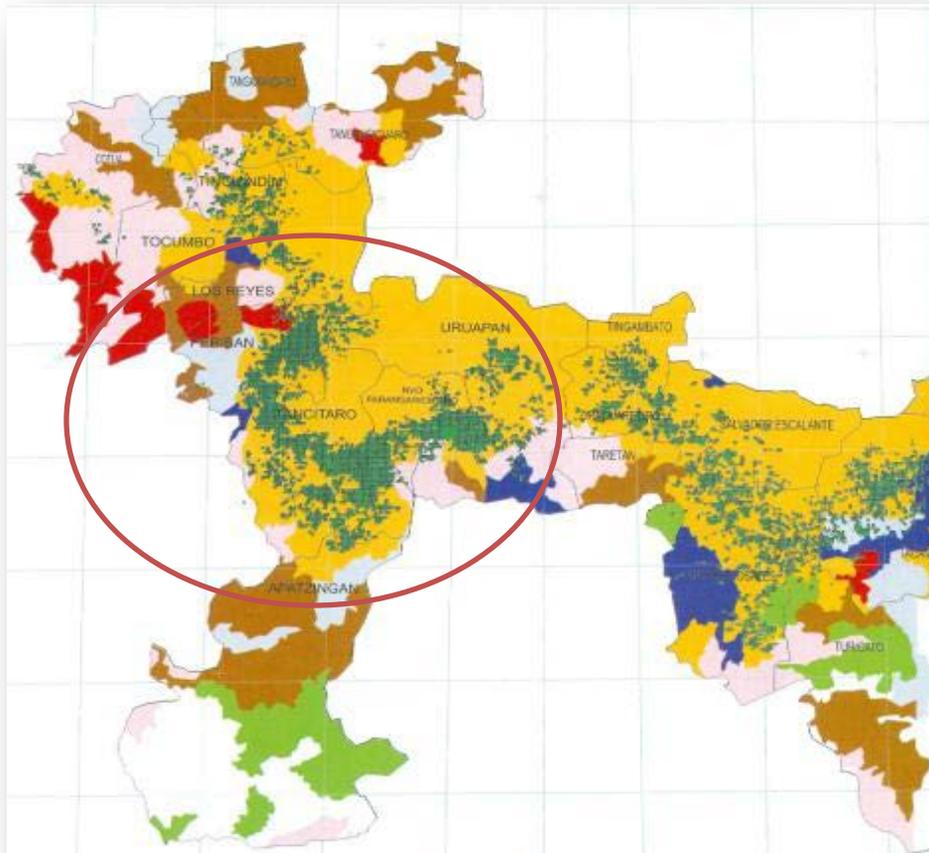
La altitud de los municipios que conforman la microrregión aguacatera va desde los 300 m.s.n.m. (Apatzingán), hasta los 1826 m.s.n.m (Los Reyes).

## 5.3. Tipo de Suelo

Según el OEIDRUS (2006), los 4 municipios de esta región, presentan principalmente seis tipos de suelo: andosol, acrisol, litosol, feozem, luvisol, y cambisol, (ver figura 29). El cultivo del aguacate se encuentra establecido en su mayor parte (84 501.06 ha) en suelos de

tipo andosol, representando ésta área un 89.81 % de la superficie total de aguacate de los municipios. En contraste, no se observan plantaciones de aguacate en el tipo de suelo regosol.

Fig. 29. Tipos de suelo de la microrregión ruta Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro, Uruapan del Estado de Michoacán.



Fuente: Guillén, (2010).

#### 5.4. Tipo de Clima

Los climas predominantes son: semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano; cálido subhúmedo con lluvias en verano, intermedio en cuanto a humedad, y semicálido

subhúmedo con lluvias en verano, todos con lluvia invernal menor de 5%., Semiárido cálido, templado subhúmedo, y Semicálido templado.

### **5.5. Temperaturas Medias**

El cultivo de aguacate se encuentra distribuido en zonas en donde se presentan temperaturas medias anuales que oscilan desde los 16°C hasta los 28°C. La mayor superficie (27 200 ha) con aguacate sembrada de la región se encuentra establecida en temperaturas que oscilan entre los 18 y 24°C (OEIDRUS, 2006) (SIAP, 2013).

### **5.6. Precipitación Pluvial**

La precipitación pluvial es un factor cada vez más importante para el desarrollo del cultivo del aguacate. En región existen zonas con precipitaciones desde los 600 mm hasta 1100 mm anuales (OEIDRUS, 2006).

## **6. Municipio de Apatzingán, Michoacán**

### **6.1. Historia**

La palabra Apatzingán es de origen náhuatl y tiene dos acepciones: Ravela afirma que quiere decir "lugar de cañitas"; Peñafiel considera que significa "lugar de comadreas" (INAFED, 2012)

En la época prehispánica, en este lugar se asentó una tribu de procedencia náhuatl, pues era esta la lengua que se hablaba. Esta tribu, asentada dentro de los dominios territoriales del señorío unificado por Tariácuri, fue conquistada y sometida por los tarascos a los que estaban obligados entregarles tributo (INAFED, 2012)

Después de la llegada de los españoles, se considera que se dio la fundación de Apatzingán y ocurrió en el año de 1617. Años más tarde, en el periodo de lucha por la independencia, en el lugar, promulgó Don José María Morelos y Pavón, el 22 de octubre de 1814, la primera Constitución Política de México (INAFED, 2012).

El pueblo de Apatzingán, fue elevado a municipio con cabecera municipal de Apatzingán de la Constitución, por la Ley Territorial del 10 de diciembre de 1831. El Congreso del Estado, en reconocimiento al hecho histórico ocurrido el año de 1814, le otorgó el 16 de febrero de 1859 el rango de título de Villa de la Constitución (INAFED, 2012).

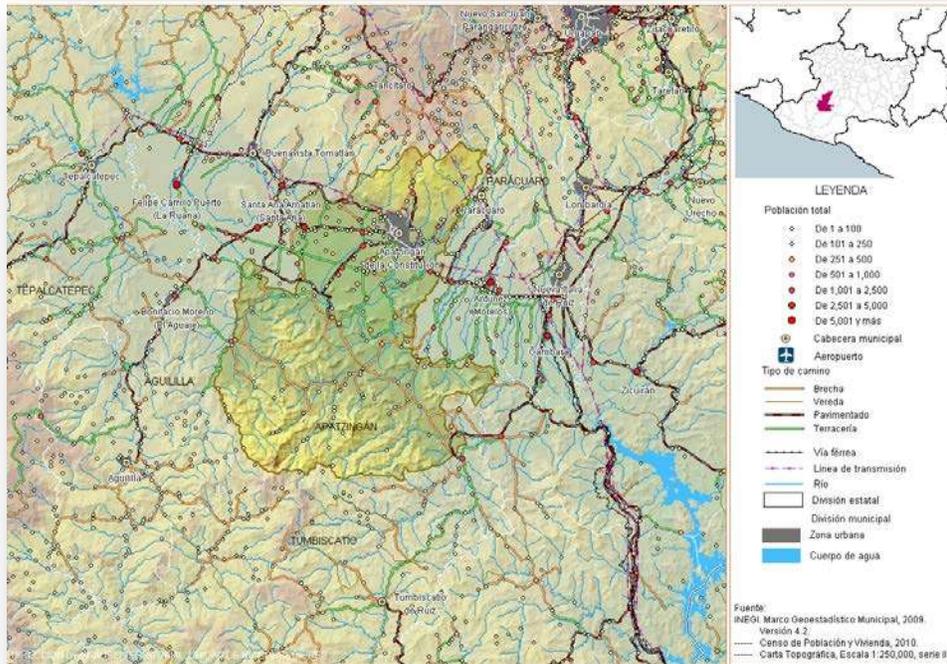
Finalmente, por medio de un nuevo decreto, expedido el 21 de abril de 1883, se le dio la categoría de ciudad (INAFED, 2012).

### **6.2. Generalidades**

Su superficie es de 1645.3 km<sup>2</sup> y representa el 2.81% de la superficie del Estado. Su relieve lo conforman la Sierra Madre del Sur, la depresión del Tepalcatepec y la Sierra de Acahuato con los cerros de San Miguel, San Juan, La Majada, el Cantón y la Angostura (INAFED, 2012).

Limita al norte con Tancítaro, al este con Parácuaro y La Huacana, al sur con Tumbiscatío y al oeste con Aguililla y Buenavista. Su distancia a la capital del estado es de 200 km (INAFED, 2012) (ver figura 30).

Fig. 30. Ubicación geográfica del municipio de Apatzingán, Michoacán.



Fuente: SEDESOL, (2013).

El municipio de Apatzingán tiene 211 localidades, de las cuales 166 tienen menos de 100 habitantes, 30 hasta 499 hab., 13 con hasta 1499. Lo cual hace un total de 209 localidades rurales y solo dos del tipo urbano. Sin embargo, como la mayor parte de la población se concentra en la localidad de Apatzingán que es la cabecera municipal. Se considera un municipio urbano (INAFED, 2012).

Las localidades más importantes por el número de habitantes es en primer lugar Apatzingán de la Constitución (80% población), Cenobio Moreno, Loma de los Hoyos, Presa del Rosario y San Juan de los Plátanos (INAFED, 2012).

### 6.3. Medio Físico

El municipio de Apatzingán se localiza en el sureste del Estado, en las coordenadas 19°05´ de latitud norte y 102°21´ de longitud oeste, a una altura promedio de 390.5 metros sobre el nivel del mar (INAFED, 2012).

Su hidrografía la conforman los ríos El Tesorero, La Caballada, Apatzingán y Tepalcatepec; los lagos El Chaudio, La Majada, Huarandicho y Tancitarillo; y los manantiales Apatzingán, Atimapa y Las Delicias principalmente (INAFED, 2012).

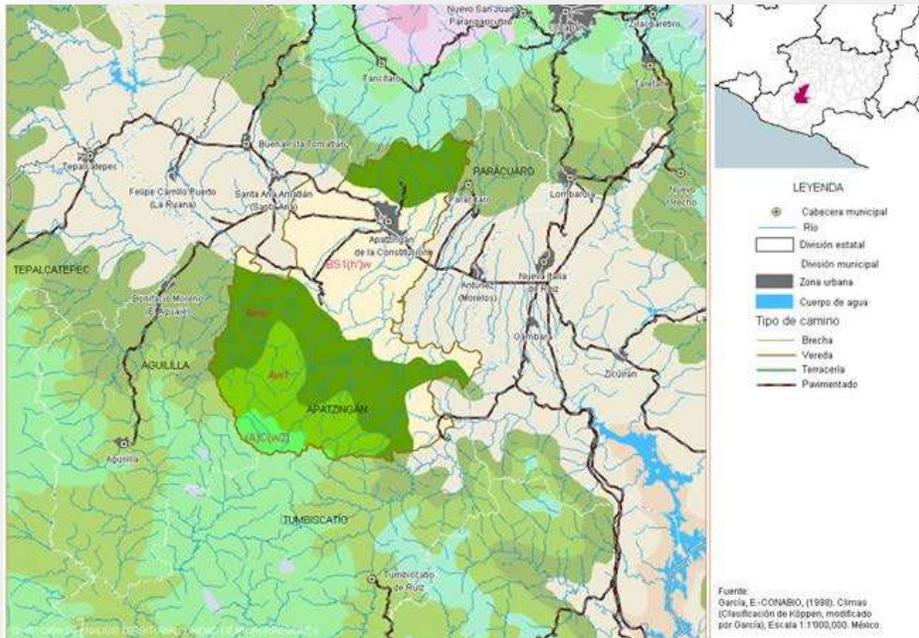
Existen tres climas predominantes en el territorio, en el 40% se localiza el Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual; en el 39.6% del territorio el Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual y en 16.6% el cálido subhúmedo (ver figura 31).

Tiene una precipitación pluvial anual de 924 milímetros y temperaturas que oscilan de 8 a 39.8 grados centígrados (INAFED, 2012).

En el municipio dominan los bosques: bosque tropical espinoso, con huisache, cueramo, mezquite, frijolillo, teteche y viejito; bosque tropical deciduo, con zapote, plátano, mango, ceiba parota y tepeguaje; bosque mixto, con pinos y encinos (ver figura 30).

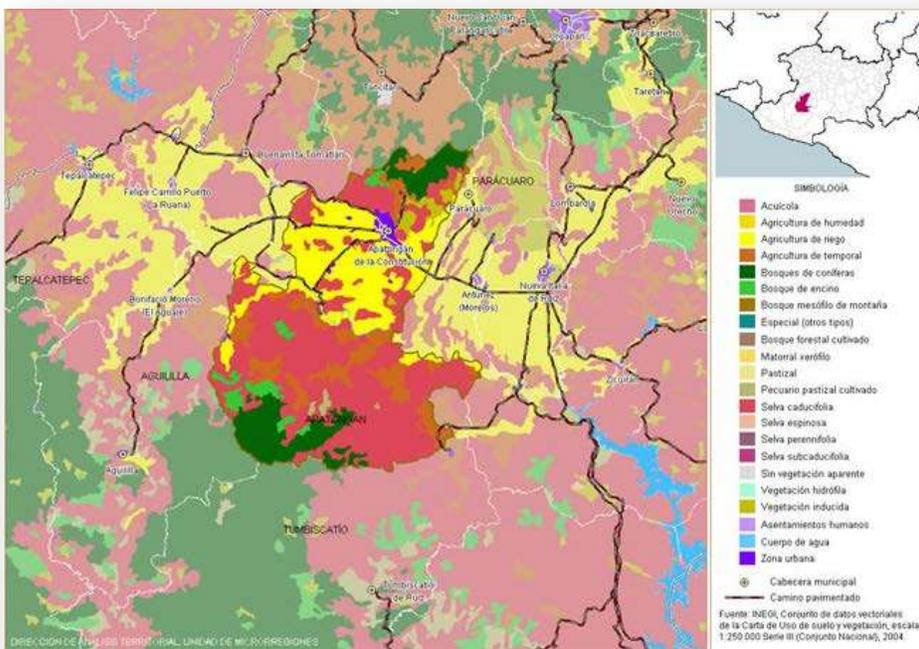
La fauna la conforman principalmente: ardilla voladora, armadillo, cacomixtle, comadreja, coyote, conejo de castilla, mapache, tlacuache, zorro gris, zorrillo; aves como la cerceta, chachalaca, güilota, gallina de monte, codorniz listada, pato, faisán gritón, guajolote silvestre y torcaza. La superficie forestal maderable es ocupada por pinos, encinos y especies de selva baja; la superficie no maderable, por arbustos de varias especies. Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoico y cuaternario, correspondiendo principalmente a los del tipo podzólico, de pradera, amarillo de bosque y castaño. Su uso es primordialmente agrícola y forestal y en menor proporción ganadero (INAFED, 2012).

Fig. 31. Mapa de climas en el municipio de Apatzingán de Ramos.



Fuente: SEDESOL, (2013).

Fig. 32. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación en el municipio de Apatzingán.



Fuente: SEDESOL, (2013).

En el 22.3% de la superficie territorial se usa para agricultura de riego, en el 12% agricultura de temporal (ver figura 32).

#### **6.4. Población**

Según datos del Censo de 2010 el municipio de Apatzingán cuenta con 123,649 habitantes, de los cuales el 49.2% son hombres (60,907) y el 50.8% son mujeres (62,742). El municipio cuenta con 211 localidades. El municipio se considera del tipo urbano medio debido a que más del 50% de la población vive en localidades entre 15 mil habitantes y menores de 100 mil (INEGI, 2014).

El índice de masculinidad es de 97% y 417 pobladores hablan una lengua indígena. Tiene un grado de intensidad migratoria media con los Estados Unidos. El 58.4% de la población se encuentran en situación de pobreza, de los cuales el 13.1% se encuentran en pobreza extrema y 9.8% en pobreza extrema y sin acceso a la alimentación. El 7.75% de la población no son pobres y no son vulnerables (SEDESOL, 2013).

El 32.6% presenta rezago educativo ya sea población analfabeta o que no asiste a la escuela o que no completó su educación primaria; el 5.5% presenta carencias por acceso a los servicios de salud, ya sea por no tener derechohabencia; el 78.3% carece por acceso a la seguridad social, el 30.6% carece por calidad y espacios de la vivienda, el 13.7% carece por acceso a los servicios básicos en la vivienda tal como piso de cemento, o no disposición de excusado, o no disponen de agua entubada, drenaje, energía eléctrica, lavadora o refrigerador (SEDESOL, 2013).

De las 211 localidades, 14 presentan un nivel muy alto o alto de rezago social, 33 un nivel medio, 36 un nivel bajo, 11 un nivel muy bajo y 117 no tiene grado de rezago (SEDESOL, 2013).

Tomando en cuenta el grado de marginación, de los 211 localidades, 16 presentan un nivel muy alto, 71 un nivel alto, 5 un nivel medio, 1 bajo, 1 muy bajo y 117 sin grado de marginación (SEDESOL, 2013).

La medición del índice de desarrollo humano de 2005 para Apatzingán es:

IDH	IE	IS	II
<b>0.7914</b>	0.7733	0.8544	0.7468

Fuente: SEDESOL, (2013).

## **6.5. Infraestructura**

Apatzingán cuenta con un total de 383.6 km de infraestructura vial repartida de la siguiente manera: 68.2 km de caminos pavimentados, 107 m de caminos de terracería, 5.4 km de veredas, 186.9 km de brechas, y 16 km de calles (SEDESOL, 2013).

## **6.6. Salud**

La tasa de mortalidad infantil en el municipio es de 19.9%, el promedio de hijos nacidos vivos en 2010 es de 2.7. El 42.1% de la población cuenta con derechohabiencia al servicio de salud. Las principales causas de defunción son para el grupo de 0 a 9 años es el de causas externas, infecciones y parasitarios; para el grupo de 10 a 19 son las causas externas; para el grupo de 10 a 64 años es el de causas externas, las enfermedades infecciosas y parasitarias, las enfermedades del sistema genitourinario, la diabetes y los tumores; y por ultimo para el grupo de 65 años y más son las enfermedades hipertensivas, los tumores, la diabetes principalmente (SEDESOL, 2013).

Apatzingán cuenta con 16 unidades de consulta externa, 18 hospitales y un establecimiento de apoyo.

## **6.7. Economía**

Del total de la población 51,600 conforman la población económicamente activa de los cuales el 97.7% están ocupados y el 2.3.5 no. el ingreso per cápita 2005 fue de 8774 dólares

por año. Donde los hombres obtienen alrededor de 12,638 dólares y las mujeres 5091 dólares.

En Apatzingán las principales actividades económicas a la que la población se dedica son la de servicios a terceros con 30, 346 personas dedicadas a dicho sector, donde el comercio al por menor, otros servicios excepto actividades de gobierno, el servicio de alojamiento temporal y de preparación de alimentos, los servicios educativos, las actividades del gobierno y de organismos internacionales y territoriales, y los servicios de salud y de asistencia son los más importantes (SEDESOL, 2013).

En segundo lugar, es el sector agrícola con más de 10,200 empleos, en donde la siembra de limón, pastos y praderas verdes, toronja, mango y en quinto lugar el aguacate has son los principales productos (SEDESOL, 2013).

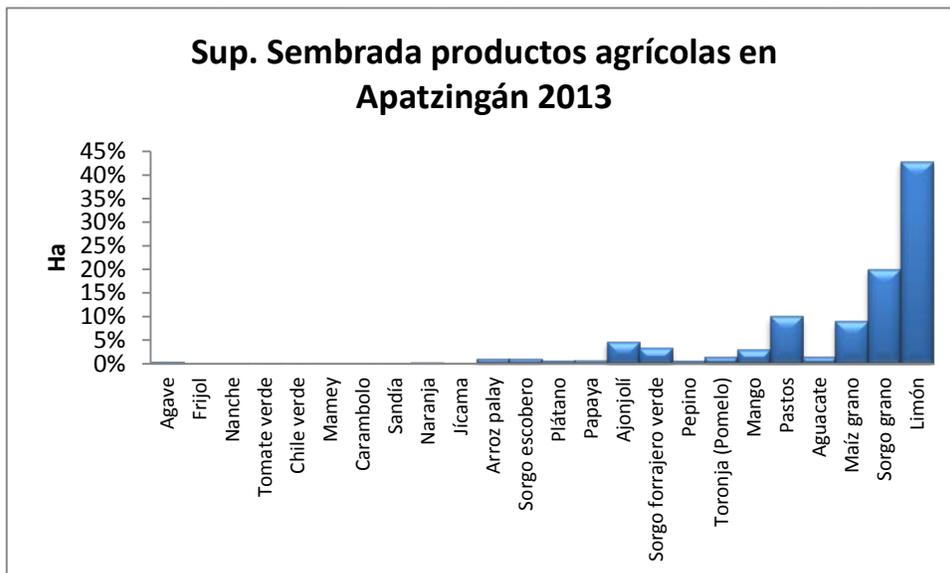
En tercer lugar está la industria de la construcción y manufacturera con el empleo de más de 7000 personas (SEDESOL, 2013).

Con este panorama se observa que el municipio de Apatzingán en caso de una contingencia ambiental y la pérdida de sus sembradíos de aguacate de temporal, no se pondría en riesgo la economía del mismo, ya que se encuentra ampliamente diversificado con diferentes actividades y principalmente cultivos.

Dentro del sector agrícola en Apatzingán se cultivan 24 productos, dentro de los que se destacan por la superficie sembrada el limón (42.8%), el sorgo (24%), el maíz de grano (9.0%), los pastos (10%), el ajonjolí (4.7%), el mango (2.91%), el aguacate (1.4%) y la toronja (1.3%) entre otros (ver figura 33).

Por su valor de producción el primer producto que se cultiva en el municipio es el limón con un ingreso de 571 mdp/año, seguido por el sorgo con 45 mdp/año, el maíz con 25.4 mdp/año y en cuarto lugar el aguacate con 20.7 mdp/año, principalmente.

Fig. 33. Principales productos agrícolas por superficie sembrada en Apatzingán, 2013.



Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del SIAP (2013).

## **7. Municipio de Los Reyes de Salgado, Michoacán**

### **7.1. Datos Históricos**

La Ciudad de Los Reyes, fue fundada según cédula real el 12 de mayo de 1594. En 1837 adquirió la cabecera del distrito poniente. En 1859, se asignó a Los Reyes la categoría de Villa, llevando el nombre de "Villa de Salgado", en memoria del patriota insurgente Don José Trinidad Salgado Rentarías, originario de este lugar, quien fuera además el primer gobernador electo del Estado. El 20 de junio de 1950 se le otorgó la categoría de Ciudad con el nombre de "Los Reyes de Salgado, Michoacán (losreyesmichoacan.gob.mx, 2013).

En el año de 1594 con el material humano de San Gabriel, San Rafael, San Pedro Aquitzuato y San Pedro Petlacala, se fundó el pueblo que los franciscanos denominaron Los Santos Reyes o Los Tres Reyes, como indistintamente se le llamó en los primeros años de su fundación (losreyesmichoacan.gob.mx, 2013).

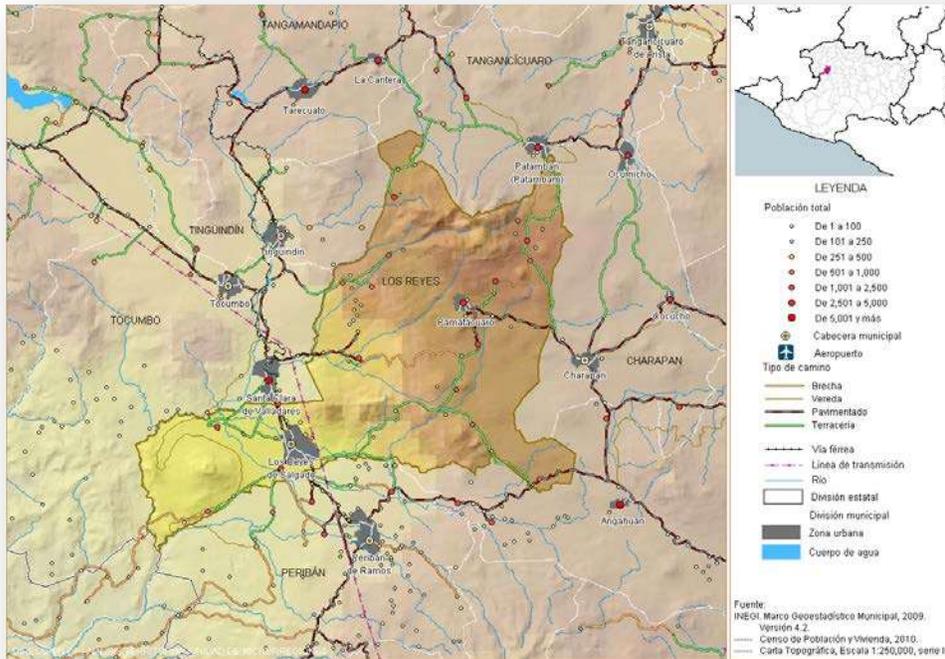
### **7.2. Generalidades**

Se localiza en la parte noroccidental del estado entre los municipios colindantes con el estado de Jalisco. Su superficie territorial comprende 482.4 km<sup>2</sup>. Limita al norte con Tingüindín, al este con Charapan y Uruapan, al sur con Peribán y el estado de Jalisco y al oeste con Tocumbo (ver figura 34). Tiene una densidad poblacional de 133 habitantes/km<sup>2</sup> y según la cantidad de habitantes se considera un municipio tipo urbano debido a que la mayor cantidad de la población se localiza en una localidad urbana (INAFED, 2012).

El municipio se encuentra conformado por 55 localidades, de las cuales 26 cuentan con menos de 100 habitantes, 10 con menos de 500 habitantes y 17 más hasta 2499 habitantes. Solo dos localidades tienen más de 2500 habitantes (INAFED, 2012).

Sus principales localidades son Los Reyes de Salgado (cabecera municipal), Pamatácuaro, Atapan, San Sebastián y J. Jesús Días Tzirio (INAFED, 2012).

Fig. 34. Ubicación Geográfica del Municipio de Los Reyes, Michoacán.



Fuente: SEDESOL, (2013).

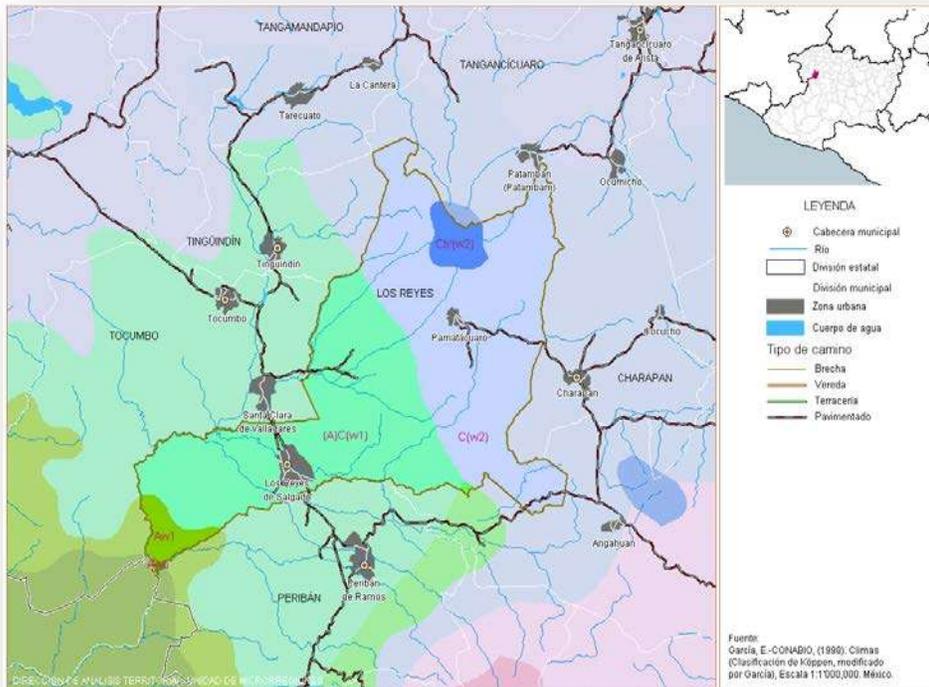
### 7.3. Medio Físico

Se localiza en las coordenadas  $19^{\circ} 51'$  de latitud norte y  $102^{\circ} 59'$  de longitud oeste, a una altura promedio de 1826 m sobre el nivel del mar (INAFED, 2012).

El municipio se encuentra totalmente inmerso en el Eje Neovolcánico Sierras del Sistema Volcánico Transversal con Sierra de Patambán. El municipio de Los Reyes comprende tres zonas: la sierra, el valle y tierra caliente. Los principales cerros son Los Limones, Santa Rosa, La Palma y Frente de Jalpa, entre otros. La hidrografía comprende principalmente los ríos Los Reyes, San Antonio, Itzicuaro y Cuirio. De igual manera se encuentran inmersos los arroyos Tinaja, Atapan, Pamatácuaro, Chivo y Tziririo. La zona ecológica se considera templada ya que comprende el 99% de la superficie municipal (INAFED, 2012).

Los climas predominantes son templados en el 48.7% del territorio (Cw2) con lluvia en verano y en el 44.8% tropical. Además existe un clima frío en las partes serranas (ver figura 35).

Fig. 35. Mapa de climas en Los Reyes, Michoacán.

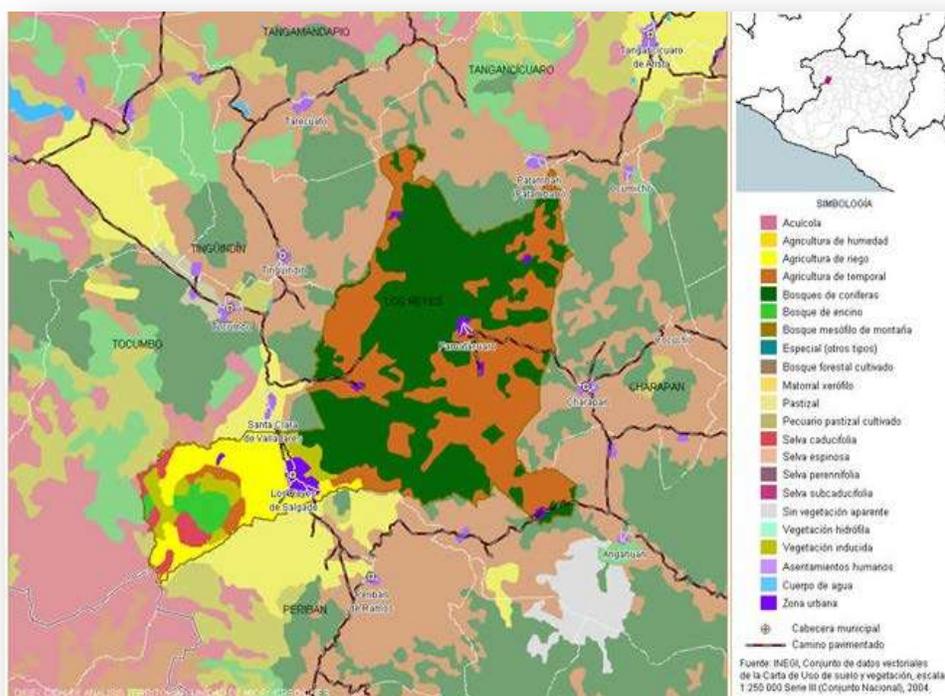


Fuente: SEDESOL, (2013).

## 7.4. Fauna

El uso de suelo predominante es el bosque de coníferas en el 49% del territorio municipal, encontrando bosque tropical subcaducifolio y caducifolio, con parota, guaje, cascalote, y cirian; bosque mixto, selvático y de pino, encino y aile (ver figura 36). Respecto a la fauna se encuentra especies como el conejo, liebre, tlacuache, ardilla, o zarigüeya, coyote, tuza, zorrillo, mapache, zorro, armadillo, alacrán, ofidios y tejón (INAFED, 2012).

Fig. 36. Mapa de Uso de suelo y vegetación en el municipio de Los Reyes, Michoacán.



Fuente: SEDESOL, (2013).

## 7.5. Población

Según datos del Censo de Población y Vivienda 2010 el municipio de Los Reyes cuenta con 64,141 habitantes, de los cuales el 48.7% son hombres (31,265) y el 51.3% son mujeres (32,876). Debido a que más del 50% de la población vive en poblaciones con más de 2500 habitantes se considera un municipio Urbano, a pesar que solo existen 2 poblaciones del tipo urbano de un total de 55 (SEDESOL, 2012).

La mayor parte de la población la conforma el grupo conformado de 15 a 64 años. Por otra parte del total habitantes, 19.4 (3.5%) hablan alguna lengua indígena. El grado de intensidad migratoria a los E.E.U.U. es alto (SEDESOL, 2012).

Según datos de la CONEVAL, en el 2010 el 61.3% de la población se encuentran en situación de pobreza, de lo cual el 16.4% se encuentra en pobreza extrema y de ellos el

11.9% en pobreza extrema y sin acceso a alimentación. Por otro lado el 6.8% no son pobres y no son vulnerables (SEDESOL, 2012).

Los indicadores de carencia indican que 37.5% de la población presentan rezago educativo, con el 11.6% de la población de 15 años y más analfabeta, y el 9.6% de población de 6 a 14 años no asiste a la escuela, y más del 58% de la población mayor de 15 años no ha completado su educación básica (SEDESOL, 2012).

Respecto a salud, el 33.6% presenta carencia por acceso a los servicios de salud y el 75.9% carece de acceso a la seguridad social, donde el 41% no cuenta con derechohabencia social (SEDESOL, 2012).

Respecto a las carencias sociales, el 35.8% carecen de calidad y espacio en la vivienda, y el 42.1% carece del acceso a los servicios básicos en la vivienda. Esto se desglosa en que el 15.1% de población cuenta con vivienda con piso de tierra, 2.4% no disponen de excusado, 11.8% sin agua entubada, el 15.9% no posee drenaje, y el 1.4% no cuenta con servicio eléctrico (SEDESOL, 2012).

Por último la parte más vulnerable corresponde al 28.7% de la población que carece al acceso a la alimentación (SEDESOL, 2012).

Tomando como medición el grado de rezago social, 1 localidad presenta un grado muy alto de rezago, 11 con grado alto, 9 con grado medio, 10 con grado bajo, 8 con grado muy bajo y 16 (menos de 100 hab. sin grado de rezago) (SEDESOL, 2012).

En base a la marginación (exclusión social) 12 localidades se encuentran con un nivel muy alto, 20 con un nivel alto, 3 con un nivel medio, 4 con un nivel bajo, 0 con un nivel muy bajo y 16 con sin grado de marginación (SEDESOL, 2012).

Tomando como base el IDH se considera un municipio con un nivel Medio-Alto, un ingreso per cápita anual de 7663 dólares anuales. En donde el índice de salud es el valor más alto, seguido del índice de salud (0.7741), y el nivel de ingreso (0.7242) (SEDESOL, 2012).

## **7.6. Salud**

La tasa de mortalidad infantil es de 19.6, y el promedio de hijos nacidos vivos para el 2010 es de 2.64, el cual disminuyó con respecto al valor del 2005 que fue de 2.78. Como se había comentado anteriormente el porcentaje de población de derechohabencia con respecto al del 2005 en el municipio de Uruapan aumentó de manera importante al pasar de 30.5% al 54% (SEDESOL, 2012).

El municipio cuenta con 9 unidades de consulta externa, 6 unidades de hospitalización y un establecimiento de asistencia social (SEDESOL, 2012).

Las principales causas de defunción en población de 0 a 9 años son principalmente las enfermedades infecciosas y parasitarias, seguido de las causas externas. En población de 10 a 19 años, son las causas externas. Para 20 a 64 años, la causa más importante son las enfermedades infecciosas y parasitarias, seguido de las causas externas, luego los tumores, la diabetes y las enfermedades del sistema genitourinario. Y para la población de 65 y más años, la principal son las enfermedades hipertensivas, diabetes, infecciones genitourinarias y las tumoraciones en orden de importancia (SEDESOL, 2012).

## **7.7. Economía**

Los Reyes tiene un total de 24,176 personas que conforman la PEA, de la cual el 97.75% está ocupada y el 2.25% está desocupada (SEDESOL, 2012).

Según el Censo de población y vivienda, 2010, la principal actividad que se desarrolla en el municipio es la del sector primario, predominado la agricultura, ocupando a más de 9989 pobladores (INEGI, 2010).

En segundo lugar se encuentra el sector terciario o de servicios, ocupando a más de 8840 pobladores, predominando el comercio al por menor, otros servicios excepto actividades del gobierno y los servicios educativos principalmente (SEDESOL, 2012).

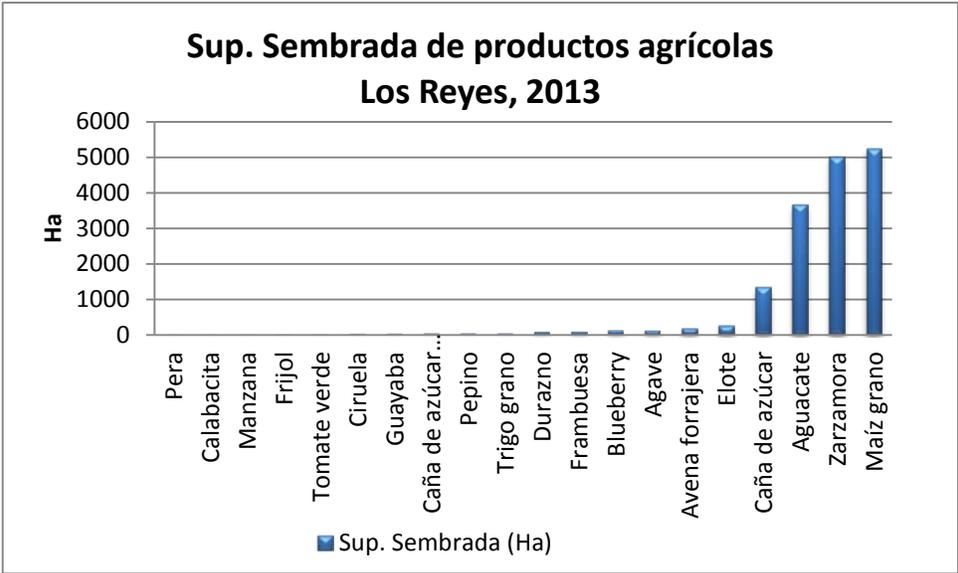
El tercer lugar lo ocupa la industria manufacturera y la industria de la construcción ocupando a 3705 pobladores en conjunto (SEDESOL, 2012).

Respecto a la agricultura que se reporta en el municipio de Los Reyes, del total de la superficie sembrada y también la actividad que provee los mayores ingresos, es el cultivo de la zarzamora con 4340 ha cultivadas y un valor de aproximado de 676 millones de dólares. En segundo lugar se encuentra el aguacate Hass con 3385 ha sembradas y más de 519 millones en valor; seguido del cultivo de maíz de grano y la caña de azúcar (SEDESOL, 2012).

La principal producción pecuaria es la del ganado bovino con 1170 toneladas producidas al año, seguido por la producción de ganado porcino. Y la leche de bovino (SEDESOL, 2012).

Dentro del sector agrícola en Los Reyes se cultivan 20 productos, dentro de los que se destacan por la superficie sembrada el maíz (32.3%), la zarzamora (31%), el aguacate (22.6%), la caña de azúcar (8.3%), el elote (1.5%), avena (1.06%), entre otros (ver figura 37).

Fig. 37. Principales productos agrícolas por superficie sembrada en Los Reyes, 2013.



Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del SIAP (2013).

Por su valor de producción el primer producto que se cultiva en el municipio es la zarzamora (1979 mdp/año), seguido por el aguacate (407 mdp/año), la caña de azúcar (63.1 mdp/año) y el maíz de grano (39.3 mdp/año), principalmente.

## **8. Municipio de Tacámbaro de Codallos, Michoacán**

### **8.1. Historia**

La palabra Tacámbaro proviene de una voz chichimeca que significa "lugar de palmeras" (tacambaro.gob.mx, 2013).

Tacámbaro es un pueblo de origen prehispánico que fue conquistado por los tarascos entre 1401 y 1450 y perteneció al cacicazgo de Cuyucán. El área Coyucán, comprendía toda la vasta zona de tierra caliente, desde Pátzcuaro y Zitácuaro, hasta la costa del Pacífico (tacambaro.gob.mx, 2013).

En 1528 se otorgó en encomienda al Cristóbal de Oñate y posteriormente se constituyó en República de Indios. La evangelización en el lugar se inició con la llegada de los frailes agustinos Juan de San Román y Diego de Chávez (tacambaro.gob.mx, 2013).

Aproximadamente en 1535, se fundó el pueblo de Tacámbaro, y en 1540 se establece la capilla y el convento adjunto. En 1631, se estableció el partido de indios, nombrándose a Tacámbaro cabecera del mismo. En esa época tenía ocho barrios y muy poca población, debido a las epidemias y principalmente la de 1575, que casi acabó con los indígenas del lugar (tacambaro.gob.mx, 2013).

El 10 de diciembre de 1831, por la Ley Territorial de ese año se constituyó en municipio. Los habitantes hicieron gestiones para que el nombre de la cabecera municipal fuera Tacámbaro de Codallos, mismo que hasta hoy conserva.

Durante la Revolución, a finales de 1919, se declaró a Tacámbaro capital del estado. Posteriormente los poderes fueron trasladados a Nocupétaro (tacambaro.gob.mx, 2013).

### **8.2. Generalidades**

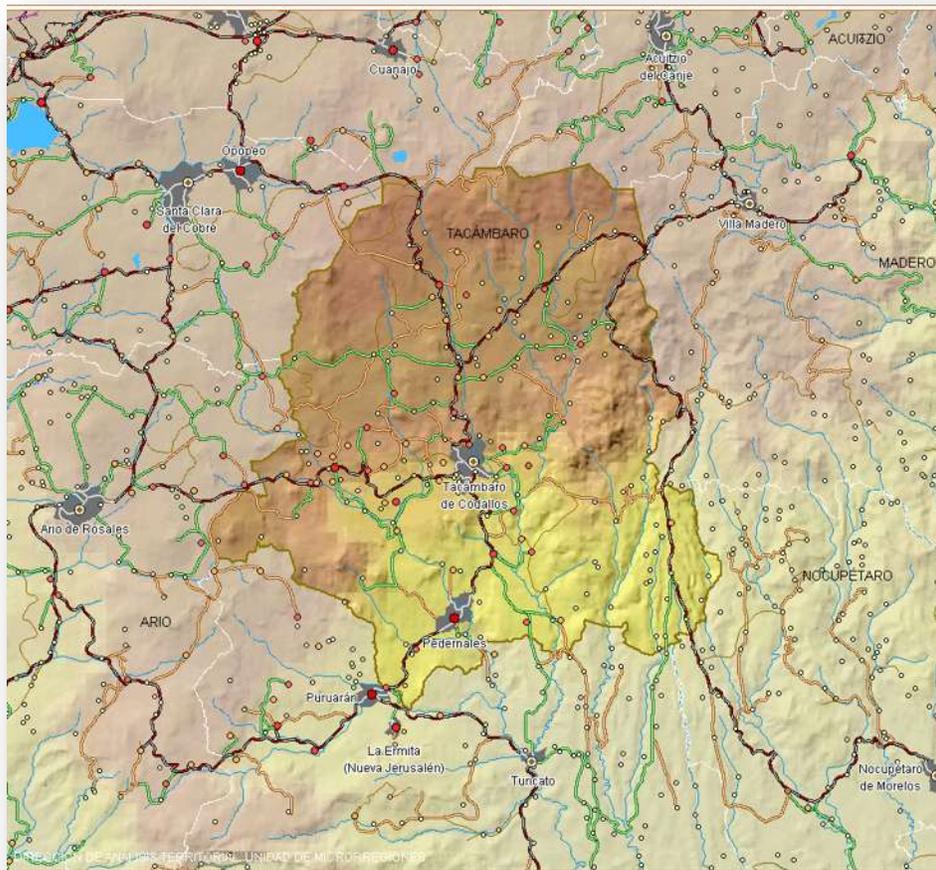
El municipio de Tacámbaro se localiza al centro del estado, en las coordenadas 19°14' de latitud norte y 101°28' de longitud oeste, a una altura de 1,640 metros sobre el nivel del

mar. Limita al norte con Santa Clara del Cobre, Huiramba y Acuitzio, al este con Madero y Nocupétaro, al sur con Turicato, y al oeste con Ario (ver figura 38).

El municipio de Tacámbaro tiene en total 182 localidades donde el 93 tiene menos de 100 habitantes, el 66 tiene de 100 a 499 habitantes, 19 tiene de 500 a 1499, y solo 3 tienen más de 2500 habitantes (SEDESOL, 2013).

Sus principales localidades son Tacámbaro de Codallos (cabecera municipal), Chupio, Pedernales, San Juan de Viña y Tecario (SEDESOL, 2013).

**Fig. 38. Ubicación geográfica del municipio de Tacámbaro, Michoacán.**



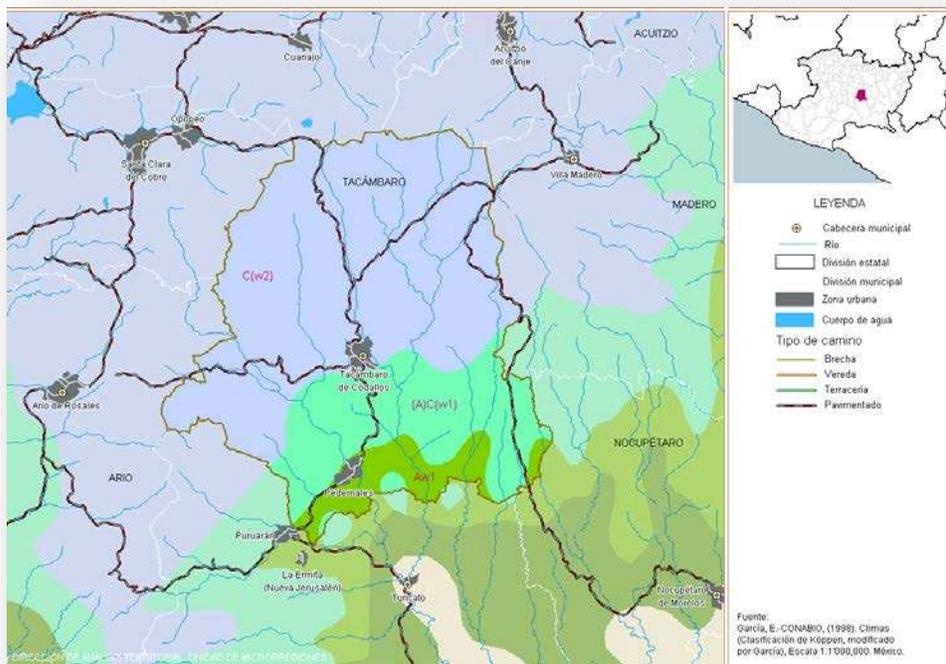
**Fuente: SEDESOL, (2013).**

### 8.3. Medio Físico

Su superficie territorial comprende 787.15 km<sup>2</sup> y representa 1.33 por ciento del total del estado. El relieve lo constituye el sistema volcánico transversal, las sierras de Santa Clara, del Coco y de Acuitzio y los cerros Hueco, Colorado, El Jabalí, el Tigre, La Cruz y otros. Su hidrografía está constituida por los ríos Tacámbaro, Pedernales y Frío el arroyo de Apoyo y la Laguna de la Magdalena (SEDESOL, 2013).

De acuerdo con información de la SEDESOL, en el municipio de Tacámbaro existen principalmente dos climas: en el 66.5% del territorio predomina el clima templado subhúmedo y en el 25.3% es clima tropical del tipo semicálido subhúmedo. Tiene una precipitación pluvial anual promedio de 1,451 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.8 a 26.9°C (ver figura 39).

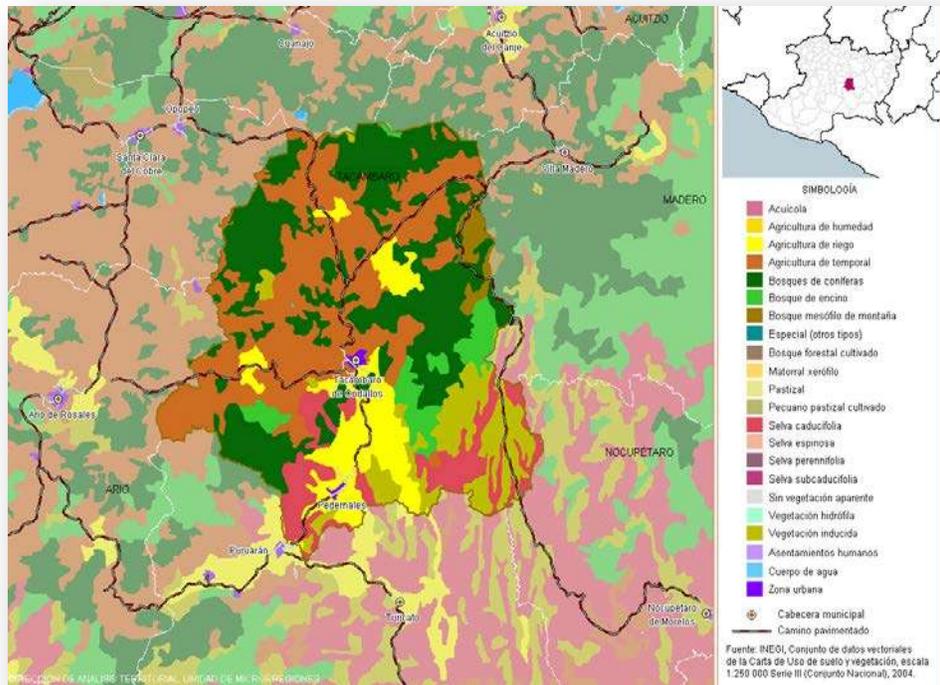
Fig. 39. Mapa de climas en Tacámbaro, Michoacán.



Fuente: SEDESOL, (2013).

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, terciario inferior y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico y chernozem. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadera (ver figura 40).

**Fig. 40. Mapa de Uso de suelo y vegetación en el municipio de Tacámbaro, Michoacán.**



**Fuente: SEDESOL, (2013).**

El uso de suelo predominante es la agricultura de temporal donde se utiliza el 32.3% del territorio total municipal, el 31.2% con el bosque mixto con pino, encino y cedro, el bosque tropical deciduo, con parota, cuéramo, ceiba y huisache y el bosque de coníferas, con pino y oyamel. El 11% de agricultura de riego, 9.8% de vegetación inducida, 8.8% de selva caducifolia. La superficie forestal maderable es ocupada por pino y encino la no-maderable por matorrales de distintas especies (SEDESOL, 2013).

## **8.4. Población**

Según datos del Censo de 2010 el municipio de Tacámbaro cuenta con 69 955 habitantes, de los cuales el 48% son hombres (34 010) y el 51% son mujeres (35 945). Debido a que más del 50% de la población vive en poblaciones con menos de 2500 habitantes se considera un municipio Rural ([www.snim.rami.gob.mx](http://www.snim.rami.gob.mx)).

La mayor parte de la población la conforma el grupo conformado de 15 a 64 años. Por otra parte, del total de pobladores 165 hablan alguna lengua indígena. El grado de intensidad migratoria a los Estados Unidos es Medio (INEGI, 2014).

Según datos de la CONEVAL, (2010), el 60.3% de la población se encontraba en situación de pobreza, de lo cual el 15% se encuentra en pobreza extrema y de ellos el 9.5% en pobreza extrema y sin acceso a alimentación. Solo el 5.9% no son pobres y no son vulnerables.

Los indicadores de carencia indican que 36% de la población presentan rezago educativo, con el 13% de la población de 15 años y más analfabeta, y el 7.4% de población de 6 a 14 años no asiste a la escuela y más del 58% no ha completado su educación básica (SEDESOL, 2013).

Respecto a salud, el 39.3% presenta carencia a los servicios de salud y el 83.7% carece de acceso a la seguridad social, donde el 50.3% no cuenta con derechohabiencia social (SEDESOL, 2013).

Respecto a las carencias sociales, el 37.6% carecen de calidad y espacio en la vivienda y el acceso a los servicios básicos en la vivienda carecen más del 36%. Esto debido a que existe 14% de población cuenta con vivienda con piso de tierra, 3% no disponen de excusado, 9% sin agua entubada, el 16% no posee drenaje, y el 1.6% no cuenta con servicio eléctrico (SEDESOL, 2013).

Por último la parte más vulnerable corresponde al 25.8% de la población que carece a la alimentación (SEDESOL, 2013).

Tomando como medición el grado de rezago social, 1 localidad presenta un grado muy alto de rezago, 10 con grado alto, 61 (hasta 1499 habitantes) con grado medio, 64 (hasta 1499 habitantes) con grado bajo, 22 con grado muy bajo y 24 sin grado de rezago (SEDESOL, 2013).

En base a la marginación (exclusión social) 12 localidades se encuentran con un nivel muy alto, 125 con un nivel alto, 16 con un nivel medio, 4 con un nivel bajo, 1 con un nivel muy bajo y 24 con sin grado de marginación (SEDESOL, 2013).

Tomando como base el IDH se considera un municipio con un nivel Medio, un ingreso per cápita anual de 5,731 dólares anuales (SEDESOL, 2013).

Su infraestructura la conforma en total 380, 145 km, donde el 26.11% son caminos pavimentados, 29% caminos de terracería; 14.5% veredas, 27.4% brechas y solo el 2.9% calles (SEDESOL, 2013).

## **8.5. Salud**

Las principales causas de mortalidad en población de 0 a 9 años son causas externas, enfermedades del sistema genitourinario y principalmente las enfermedades infecciosas y parasitarias. En población de 10 a 19 años, son las causas externas y los tumores. Para 20 a 64 años, la causa más importante son las externas, seguido de las enfermedades infecciosas y parasitarias, luego la diabetes y los tumores. Y para la población de 65 y más años, la principal son las infecciones genitourinarias, enfermedades hipertensivas, diabetes, tumoraciones. Cabe resaltar que en este municipio se encontró con comportamiento “especial” respecto a las causas de muerte de la población ya que en 3 de los 4 grupos de edad se encontraron casi todas las causas establecidas por las instituciones de medición. Por lo que se considera que Tacámbaro es un caso vulnerable en el sistema de salud (SEDESOL, 2013).

## 8.6. Economía

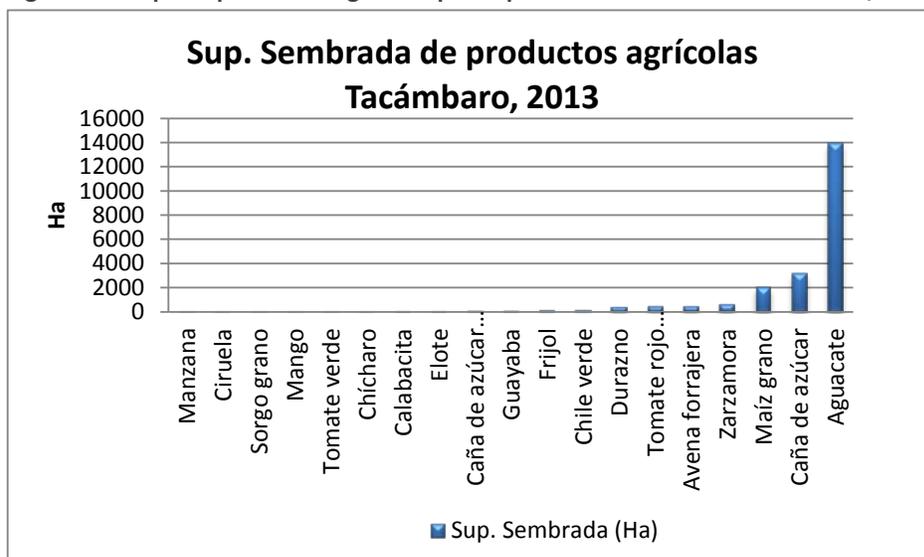
Tacámbaro tiene un total de 26, 409 personas que conforman la PEA, de la cual el 96.6% está ocupada y el 3.4% está desocupada (SEDESOL, 2013).

Según el Censo de Población y Vivienda, 2010, la principal actividad que se desarrolla es la del sector terciario o de servicios, ocupando a más de 11,600 habitantes; seguido por el sector agrícola y ganadero ocupando 10, 760 habitantes; y por último, la industria manufacturera con 1465 habitantes ocupados (INEGI, 2014).

Respecto a la agricultura, del total de la superficie sembrada y también la actividad que provee los mayores ingresos, la principal actividad es el cultivo de aguacate con 12, 870 ha sembradas; seguido del cultivo de la caña de azúcar y del maíz (INEGI, 2014). La principal producción pecuaria es la del ganado bovino, seguido por la producción de aves y producción de leche (INEGI, 2014).

Dentro del sector agrícola en Tacámbaro se cultivan 19 productos, dentro de los que se destacan por la superficie sembrada el aguacate (64.2%), la caña de azúcar (14.6%), el maíz de grano (9.4%), la zarzamora (2.8%), la avena (2.1%), tomate rojo (2%), entre otros (SIAP, 2013) (ver figura 41).

Fig. 41. Principales productos agrícolas por superficie sembrada en Tacámbaro, 2013.



Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del SIAP (2013).

Por su valor de producción el producto más importante en el municipio es el aguacate Hass con un valor primer producto con 2013 mdp/año, seguido por la zarzamora con 176.7 mdp/año, la caña de azúcar con 157.2 mdp/año y el jitomate con 47.8 mdp/año, principalmente (SIAP, 2013).

## **9. Municipio de Uruapan, Michoacán**

### **9.1. Datos Históricos**

El vocablo Uruapan, viene de la lengua purhépecha “UlhupanI”, que significa lugar de la eterna formación y fecundidad de los botones florales. "Uruapan, sitio en donde se venera al dios príncipe de las flores, fue establecido prehispánicamente y constituyó un exuberante paraíso y un tranquilo cacicazgo que tributaba al Rey Purhépecha (uruapanmich, 2013).

Fray Juan de San Miguel se apersonó en Uruapan en el año de 1531, y encontró que el lugar era habitado en la región aledaña por pequeñas familias de otomíes, aztecas, náhuatl, chichimecas, chontales, tarascos y purépechas (uruapanmich, 2013).

Por el año 1400 fue conquistado y anexado al triunvirato de los señores de Pátzcuaro, Tzitzuntzan e Ihuatzio. A la llegada de los españoles y ante la inminente conquista del reino tarasco, el último Caltzonzin se refugió en Uruapan, motivo por el cual los extranjeros llegaron a este lugar en 1522 (uruapanmich, 2013).

En 1524 la ciudad de Uruapan fue entregada en encomienda a Don Francisco de Villegas quien abusaba de sus derechos y autoridad. Posteriormente fue evangelizado por los franciscanos, considerándose a Fray Juan de San Miguel, fundador de la ciudad, por su obra urbanística iniciada en 1534. En 1540 se establece como República de Indios (uruapanmich, 2013).

En 1754 el curato de Uruapan se componía de tres pueblos: San Francisco Jicalán, con 60 indios e indias y 3 familias de mulatos y una de color quebrado, San Francisco Jucutacato, con 100 vecinos indios, indias y 2 familias de color quebrado y San Lorenzo, con 75 indios e indias (uruapanmich, 2013).

La cabecera del curato era el pueblo de San Francisco de Uruapan y se componía de 6 barrios con 600 indios e indias, 500 familias “de gente de razón” y 300 familias de gentes de color quebrado, negros y mulatos (uruapanmich, 2013).

La región se caracterizó por insubordinación y brotes de violencia, entre ellos los de 1766 y 1767, se sabe que un grupo conspiró contra la Monarquía Española, entre ellos el Lic. Michelena y el Lic José María Izazaga (uruapanmich, 2013).

En 1822 cuenta ya con Ayuntamiento Constitucional, y en 1825 se constituye cabecera de partido y subdelegación. Se constituye en Municipio por la Ley Territorial del 10 de diciembre de 1831. Uruapan recibe el 28 de Noviembre de 1858, el nobiliario título "Uruapan del Progreso" (uruapanmich, 2013).

El 24 de noviembre de 1863 se decreta el traslado de la capital del estado a la ciudad de Uruapan, ante el asedio del ejército francés sobre la ciudad de Morelia, manteniendo esta posición hasta el 18 de febrero de 1867 (uruapanmich, 2013).

## **9.2. Generalidades**

Uruapan es el segundo municipio más poblado del estado, situado en el centro-occidente del territorio y su cabecera es la ciudad de Uruapan del Progreso (SEDESOL, 2013).

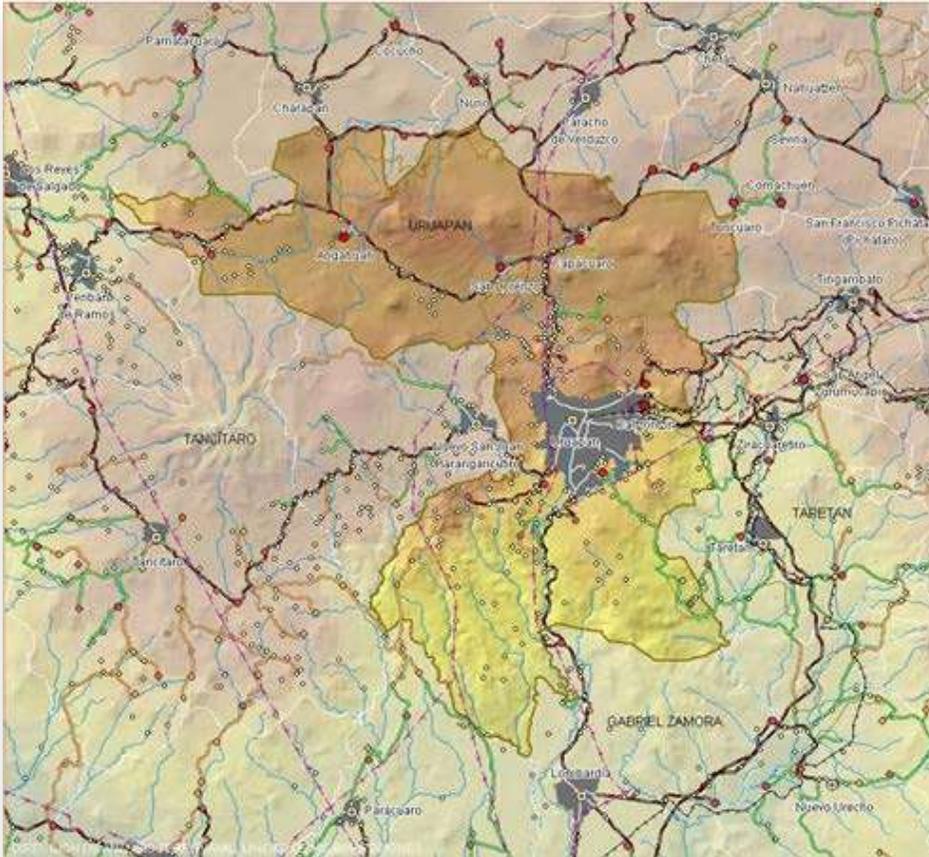
El municipio de Uruapan se localiza en la zona centro-occidente del estado de Michoacán, tiene una extensión territorial total de 1015.95 kilómetros cuadrados que equivalen al 1.62% de la extensión total del estado. Tiene una densidad poblacional de 310.4 habitantes/km<sup>2</sup> (SEDESOL, 2013).

Sus límites son al norte con el municipio de Charapan, el municipio de Paracho y el municipio de Nahuatzen; al este con el municipio de Tingambato, al municipio de Ziracuaretiro y el municipio de Taretan; al sur con el municipio de Gabriel Zamora y el municipio de Parácuaro; al oeste con el municipio de Nuevo Parangaricutiro, con el municipio de Peribán, con el municipio de Tancítaro y con el municipio de Los Reyes (ver figura 42).

El municipio se encuentra conformado por 231 localidades, de las cuales 194 cuentan con menos de 100 habitantes, 18 con menos de 500 habitantes y 12 más hasta 2499 habitantes. Solo siete localidades tienen más de 2500 habitantes (SEDESOL, 2013).

Sus principales localidades son Uruapan (cabecera municipal), Capácuaro, Angahuan, Calzonzin y San Lorenzo (SEDESOL, 2013).

Fig. 42. Ubicación geográfica del municipio de Uruapan, Michoacán.



Fuente: SEDESOL, (2013).

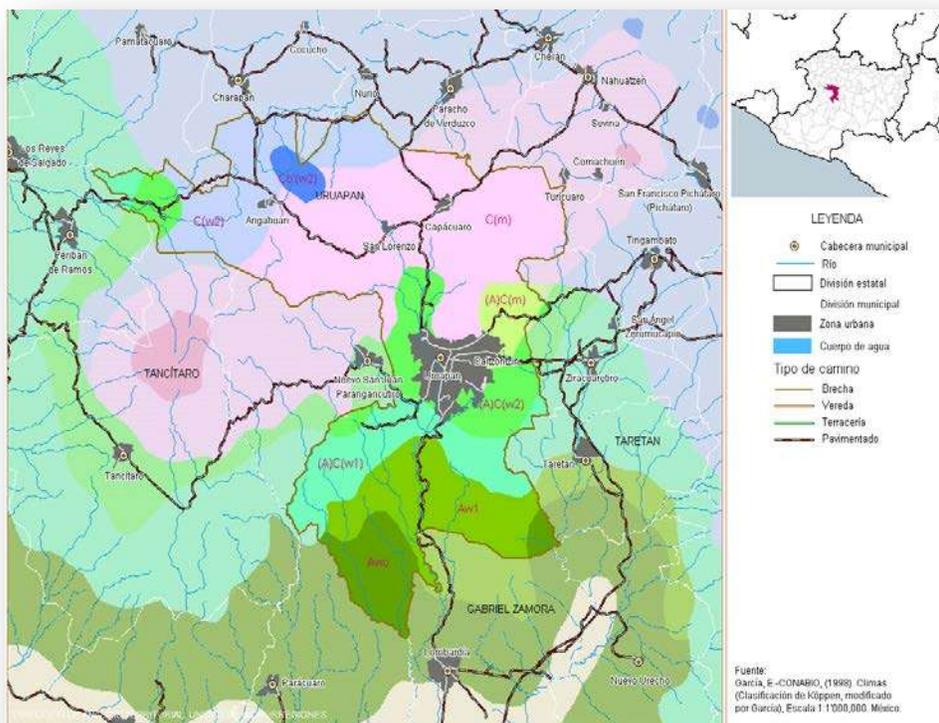
### 9.3. Medio Físico

Su superficie territorial comprende 1015.95 km<sup>2</sup> y representa 1.62 por ciento del total del estado. El municipio se encuentra totalmente inmerso en el Eje Neovolcánico Transversal, por lo que su territorio es accidentado y montañoso, destacando los cerros Charanda, la Cruz, Jicalán y Magdalena, hacia el oeste, y ya fuera del municipio se encuentra el volcán

Pico de Tancítaro, la mayor elevación del estado. Se encuentra localizado en las coordenadas 102.39° Longitud, 19.18 Latitud (SEDESOL, 2013).

El municipio de Uruapan se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 417.9 metros como mínima y una altura máxima de 3,340 msnm. Todo el territorio del municipio con excepción de su extremo más occidental, forma parte de la Cuenca del río Tepalcatepec-Infiernillo y el extremo oeste a la Cuenca del río Tepalcatepec, ambas forman parte de la Región hidrológica Balsas (SEDESOL, 2013).

Fig. 43. Mapa de climas en Uruapan, Michoacán.



Fuente: SEDESOL, (2013).

El clima del municipio de Uruapan es uno de los más variados del estado de Michoacán pues se ve influenciado por las diferencias de altitud en el terreno, existen cinco tipos diferentes de clima (ver figura 43). La zona norte tiene un clima Templado subhúmedo con

lluvias en verano, en la zona central del municipio, la más elevada, tiene un clima Templado húmedo con abundantes lluvias en verano, en la misma zona central otro sector tiene clima Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, hacia el sur otra zona registra clima Semicálido subhúmedo con lluvias en verano y finalmente en el extremo sur del municipio el clima es clasificado como Cálido subhúmedo con lluvias en verano (SEDESOL, 2012).

La temperatura media anual del territorio también se encuentra dividida en tres zonas, la zona norte del municipio tiene un rango de 12 a 16 °C, la zona centro y sur tiene un promedio entre 16 y 24 °C, y finalmente dos porciones del extremo sur registran de 24 a 28 °C; el centro del municipio de Uruapan es una de las zonas que registran mayor promedio pluvial anual en el estado de Michoacán, superando los 1,500 mm al año, hacia el norte y sur de esta zona el promedio va de 1,200 a 1,500 mm, y hacia el sur se suceden dos zonas más, donde el promedio es de 1,000 a 1,200 mm y de 800 a 1,000 mm (SEDESOL, 2013).

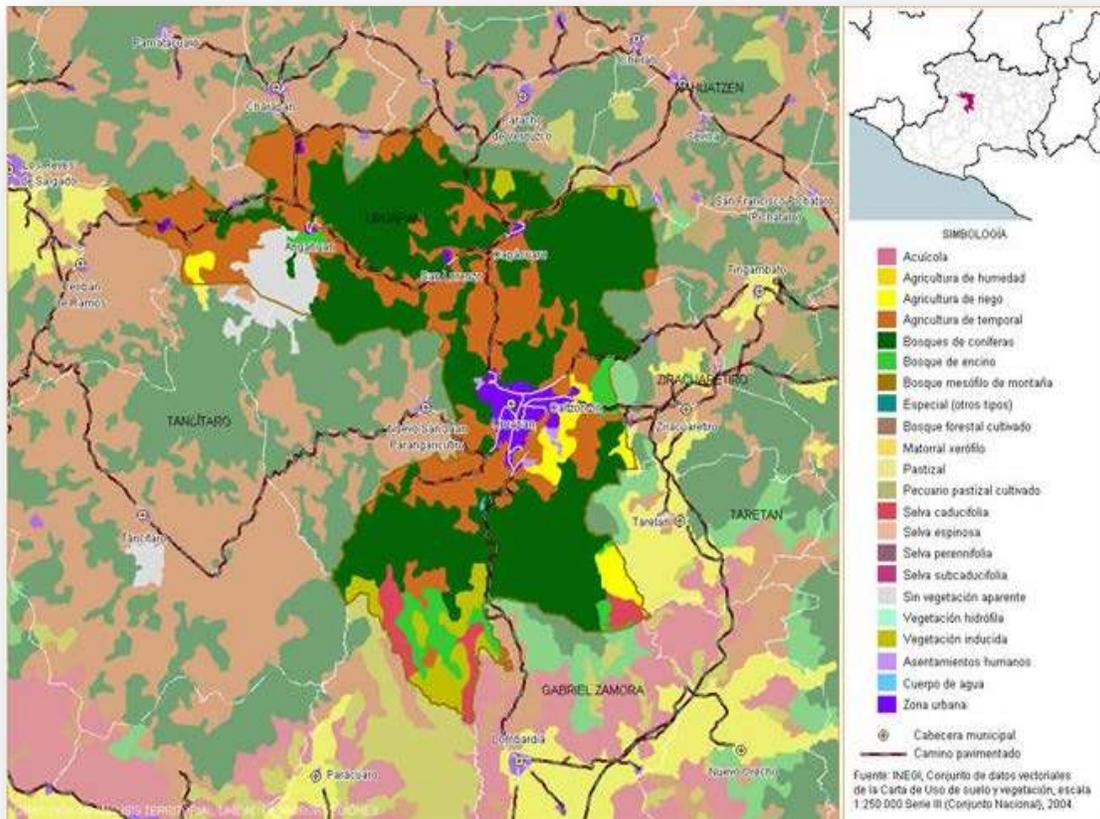
El uso de suelo predominante es el bosque de coníferas en el 51% del territorio municipal. En las zonas más elevadas se encuentran pino y encino y ya en la parte más baja pegada a Tierra Caliente la flora es muy parecida a Tierra Caliente poca precipitación y más escasa vegetación que el norte donde solo se haya especies como parota, guaje, mezquite, nopales, cascote y cirrián. Por otra parte, en el 29.4% del territorio se utiliza para la agricultura de temporal (ver figura 44).

#### **9.4. Población**

Según datos del Censo de Población y Vivienda 2010 el municipio de Uruapan cuenta con 315350 habitantes, de los cuales el 48.34% son hombres (152,442) y el 51.66% son mujeres (162,908). Debido a que más del 50% de la población vive en poblaciones con más de 2500 habitantes se considera un municipio urbano, a pesar que solo existen 7 poblaciones del tipo urbano de un total de 231 (SEDESOL, 2012).

La mayor parte de la población la conforma el grupo conformado de 15 a 64 años. Por otra parte del total habitantes, 18,333 (6.4%) hablan alguna lengua indígena. El grado de intensidad migratoria a los E.E.U.U. es medio (SEDESOL, 2013).

Fig. 44. Mapa de Uso de suelo y vegetación en el municipio de Uruapan, Michoacán.



Fuente: SEDESOL, (2013).

Según datos de la CONEVAL, en el 2010 el 54.8% de la población se encuentran en situación de pobreza, de lo cual el 12.43% se encuentra en pobreza extrema y de ellos el 10.54% en pobreza extrema y sin acceso a alimentación. Por otro lado el 14.24% no son pobres y no son vulnerables (SEDESOL, 2013).

Los indicadores de carencia indican que 25.6% de la población presentan rezago educativo, con el 6.7% de la población de 15 años y más analfabeta, y el 7% de población de 6 a 14 años no asiste a la escuela, y más del 45.3% no ha completado su educación básica (SEDESOL, 2013).

Respecto a salud, el 36.8% presenta carencia por acceso a los servicios de salud y el 69.2% carece de acceso a la seguridad social, donde el 39% no cuenta con derechohabencia social (SEDESOL, 2013).

Respecto a las carencias sociales, el 26.9% carecen de calidad y espacio en la vivienda, y el 27.3% carece del acceso a los servicios básicos en la vivienda. Esto se desglosa en que el 8.7% de población cuenta con vivienda con piso de tierra, 1.1% no disponen de excusado, 5.3% sin agua entubada, el 8.1% no posee drenaje, y el 0.9% no cuenta con servicio eléctrico (SEDESOL, 2013).

Por último la parte más vulnerable corresponde al 31.44% de la población que carece al acceso a la alimentación (SEDESOL, 2013).

Tomando como medición el grado de rezago social, 1 localidad presenta un grado muy alto de rezago, 9 con grado alto, 36 con grado medio, 42 con grado bajo, 27 con grado muy bajo y 116 (menos de 100 hab.) sin grado de rezago (SEDESOL, 2013).

En base a la marginación (exclusión social) 13 localidades se encuentran con un nivel muy alto, 71 con un nivel alto, 20 con un nivel medio, 6 con un nivel bajo, 5 con un nivel muy bajo y 116 con sin grado de marginación (SEDESOL, 2013).

Tomando como base el IDH se considera un municipio con un nivel Alto, un ingreso per cápita anual de 7918 dólares anuales (SEDESOL, 2013).

Su infraestructura la conforma en total 268.9 km, donde el 42.8% son caminos pavimentados, 13.6% caminos de terracería; 12.7% veredas, 14% brechas y 17% calles (SEDESOL, 2013).

## **9.5. Salud**

La tasa de mortalidad infantil es de 4.3, y el promedio de hijos nacidos vivos para el 2010 es de 2.37, el cual disminuyó con respecto al valor del 2005 que fue de 2.48. Como se había comentado anteriormente el porcentaje de población de derechohabencia con respecto al del 2005 en el municipio de Uruapan aumentó de manera importante al pasar de 35.55% al 58.42% (SEDESOL, 2013).

El municipio cuenta con 30 unidades de consulta externa, 15 unidades de hospitalización un establecimiento de apoyo y un establecimiento de asistencia social (SEDESOL, 2013).

Las principales causas de defunción en población de 0 a 9 años son principalmente las enfermedades infecciosas y parasitarias, seguido de las causas externas. En población de 10 a 19 años, son las causas externas y las enfermedades infecciosas y parasitarias. Para 20 a 64 años, la causa más importante son las externas, seguido de las enfermedades infecciosas y parasitarias, luego los tumores, la diabetes y las enfermedades del sistema genitourinario. Y para la población de 65 y más años, la principal son las enfermedades hipertensivas, diabetes, infecciones genitourinarias y las tumoraciones en orden de importancia (SEDESOL, 2013).

## **9.6. Economía**

Uruapan tiene un total de 129,330 personas que conforman la PEA, de la cual el 97.33% está ocupada y el 2.67% está desocupada (INEGI, 2010).

Según el Censo de Población y Vivienda, 2010, la principal actividad que se desarrolla en el municipio es la del sector terciario o de servicios, predominando el comercio al por menor, otros servicios excepto actividades del gobierno y transportes, correo y almacenamiento, servicios educativos y servicios de salud y asistencia (INEGI, 2010).

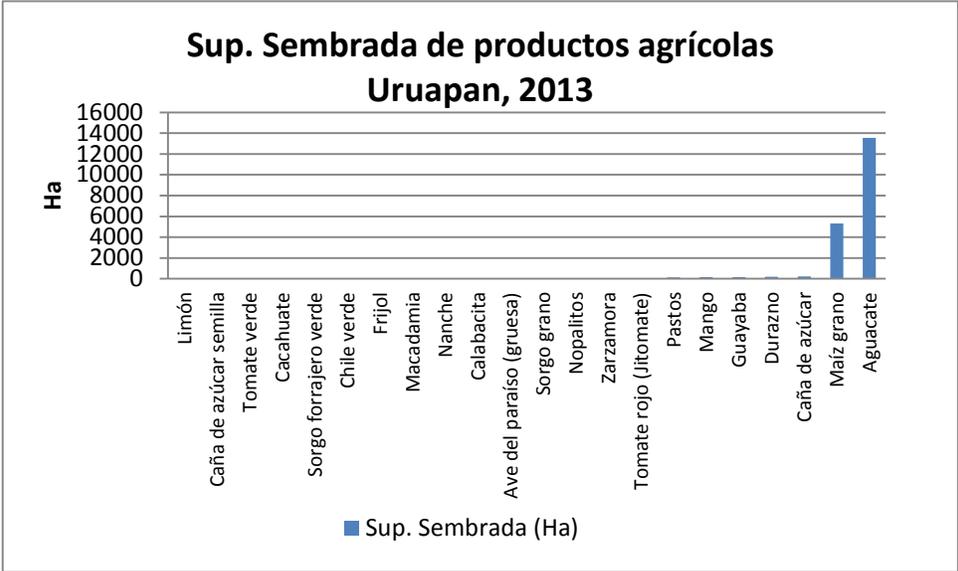
El segundo lugar lo ocupa la industria manufacturera y la industria de la construcción ocupando a 26,400 pobladores en conjunto. Por último la agricultura, ganadería y

aprovechamiento forestal ocupa el tercer lugar empleando a más de 18,300 habitantes (SEDESOL, 2013).

Respecto a la agricultura que se reporta en el municipio de Uruapan, del total de la superficie sembrada y también la actividad que provee los mayores ingresos, es el cultivo de aguacate Hass con 12, 459 ha sembradas; seguido del cultivo de durazno, pastos y praderas verdes, guayaba y mango (SEDESOL, 2013). La principal producción pecuaria es la de aves con 2978 toneladas producidas al año, seguido por la producción de ganado bovino y producción de leche bovina (SEDESOL, 2013).

Dentro del sector agrícola en Uruapan se cultivan 22 productos, dentro de los que se destacan por la superficie sembrada el aguacate (67.6%), el maíz de grano (26.5%), entre otros (SIAP, 2013) (ver figura 45).

Fig. 45. Principales productos agrícolas por superficie sembrada en Uruapan, 2013.



Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del SIAP (2013).

Por su valor de producción el producto más importante en el municipio es el aguacate Hass con un valor primer producto con 1701 mdp/año el cual representa el 95% del ingreso por concepto de agricultura en el municipio, seguido por el maíz con 34.4 mdp/año, la caña de azúcar con 11.8 mdp y el durazno con 10.9 mdp/año, principalmente (SIAP, 2013).

## **CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO**

En este apartado se realiza una revisión de dos temas fundamentales de la investigación: el Cambio Climático y la Vulnerabilidad.

Se inicia con la fundamentación teórica de los diferentes autores respecto al Cambio Climático y a los efectos actuales y los posibles futuros que tendrán lugar a lo largo del mundo y el tipo de efectos que se generarán y repartirán a lo largo de las diferentes regiones. En segundo lugar se desarrollan las principales teorías de la vulnerabilidad y vulnerabilidad agrícola.

## **10. La Ciencia del Cambio Climático**

El clima hoy no representa el frío o el calor que usualmente “se esperaba” en las diferentes estaciones, no es ya la esperada lluvia “necesaria” para hacer producir los diferentes cultivos, o el calor “conocido” para llevar a cabo las actividades “tradicionales”. Se debe entender que esto ha cambiado y que no se puede volver atrás, por ello se debe empezar un proceso de adaptación a los nuevos hechos que en este caso, la misma mano del hombre ha intervenido para transformarla.

### **10.1. El Clima**

Para poder comprender lo que es el fenómeno del cambio climático global, primero hay que entender lo que es el clima.

El clima y el tiempo meteorológico son expresiones que comúnmente se utilizan como sinónimos, sin embargo tienen significados diferentes.

Según Conde C. (2006), el clima terrestre es producto de la constante y compleja interacción entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielo y nieve, los continentes y, muy importante, la vida en el planeta (plantas y animales en los bosques y selvas, en océanos y en la atmósfera).

Todos los días hay variaciones en las condiciones del planeta, por lo que esto también se ve reflejado en las condiciones de temperatura y lluvia del mismo. Sin embargo, estas variaciones no se le llama clima, sino estado del tiempo o tiempo atmosférico.

El IPCC establece que “el tiempo atmosférico, se considera “...el estado que guarda la atmósfera en un plazo de uno o dos días. Se caracteriza con información de temperatura, lluvia, presión atmosférica, vientos, nubosidad o humedad en un lugar y momento determinados” (IPCC, 2007)

La información diaria que se recibe a través de los medios de información (radio, televisión, periódicos) anunciando los pronósticos del estado del tiempo, o las posibles variaciones en las condiciones del clima, se refiere precisamente a lo que se nombra como estado del tiempo y no al concepto de “clima” que a veces erróneamente se hace referencia. Es a través del este pronóstico del “estado del tiempo” como se sabe si hay que sacar el paraguas, o si los vuelos podrían tener algún retraso, o incluso los servicios de telecomunicaciones podrán llevarse a cabo de manera normal.

Para poder referirse al “clima”, ya sea de una localidad, municipio, estado, región o país, es necesario medir diariamente las condiciones de temperatura, lluvia, humedad y viento, además de observar las condiciones de nubosidad, de la trayectoria de los huracanes, de las masas de aire frío que entran, etc. De esta manera para poder asociarle un valor numérico al “clima”, es necesario conocer durante varios años el estado del tiempo que guarda dicha localidad. Varios años de mediciones y observaciones permitirá conocer el promedio de la temperatura, lluvias, humedad, entre otros (Conde C. , 2006).

Pero, ¿cuántos años se requieren para poder conocer este valor promedio del clima esperado? Los especialistas en el clima consideran que se precisa tener por lo menos 30 años de datos y observaciones para hablar con seguridad del clima esperado y de la historia de las variaciones posibles en el estado del tiempo de una región (Conde C. , 2006).

De esta manera la definición de este término se establece como que “el clima es el estado promedio del tiempo meteorológico en un periodo de años; el cual, según la Organización Meteorológica Mundial, se requieren de por lo menos 30 años de datos para caracterizar al clima. Las variables básicas que se analizan son la temperatura y la precipitación” (Palma, Conde, Morales, & Colorado, 2007).

Se concluye que hablar de clima y tiempo debe hacerse de acuerdo a su verdadero significado. La primera se refiere al comportamiento promedio que presenta el tiempo meteorológico (temperatura y precipitación) durante un periodo no menor de 30 años, de manera podemos predecir una conducta que servirá para llevar a cabo determinadas actividades económicas de mediano y largo plazo en una región; mientras que el segundo

básicamente se refiere al comportamiento en periodos cortos, lo cual también sirve para saber en qué condiciones se llevarán a cabo las actividades a lo largo de la semana.

Es así que cuando se de CC se hace referencia a los cambios de larga duración de las condiciones climáticas de la Tierra, mientras que un calentamiento global, más bien se refiere al cambio temporal (caracterizaciones menores de treinta años) del clima. De esta manera a continuación se aborda cada uno de estos temas para contextualizarlos.

## **10.2. El Calentamiento Global**

El calentamiento global es una teoría basada en el hecho de que el incremento en la temperatura media del planeta, es una consecuencia del incremento en las concentraciones de GEI en la atmósfera derivada de las actividades humanas, situación que exacerba el efecto invernadero natural de la Tierra (greenfacts, 2011).

Es decir, los efectos que se viven en el día a día, derivado del aumento gradual en la temperatura en cada una de las regiones del planeta, no debe interpretarse como derivado del CC, sino del calentamiento global. De esta manera siendo la base del calentamiento global, el fenómeno del efecto invernadero, es indispensable ampliar la descripción de este concepto.

## **10.3. El Efecto Invernadero**

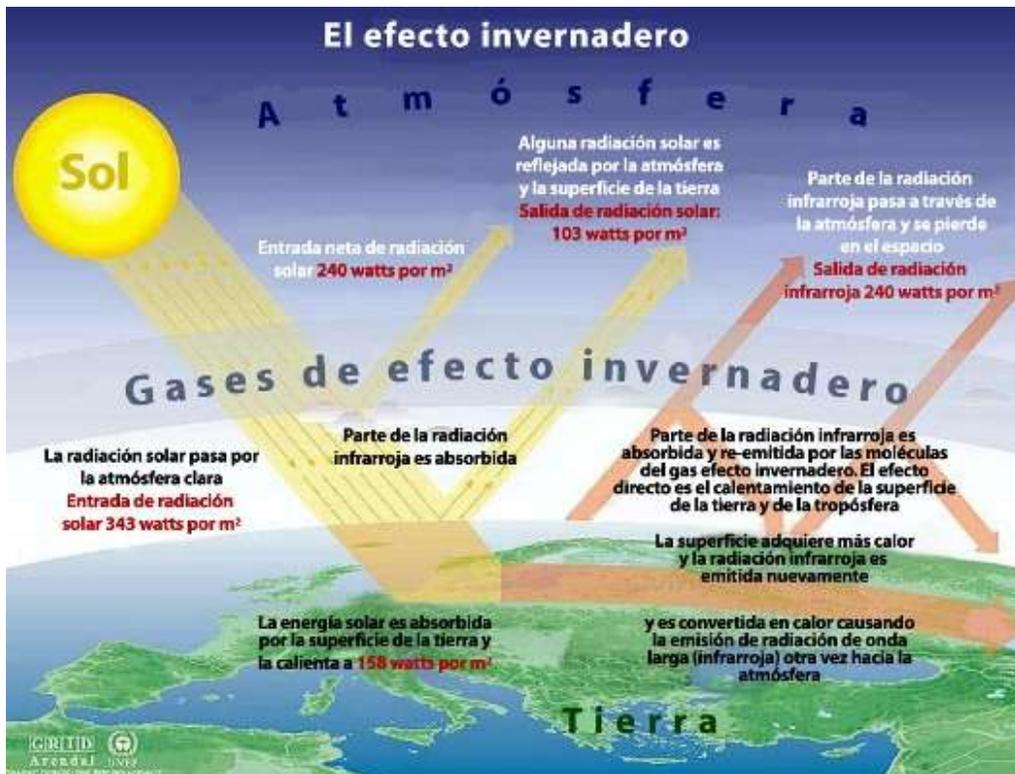
La atmosfera está conformada por diferentes tipos de gases, predominantemente nitrógeno (78%), oxígeno (21%), seguido de otros como lo son aquellos denominados gases de efecto invernadero (GEI). Estos gases tienen la cualidad de atrapar el calor reflejado por la Tierra y mantenerlo dentro de la atmósfera. Siendo este fenómeno conocido como Efecto Invernadero (Garduño, 2004).

En su esencia, el efecto invernadero es un fenómeno natural que se presenta en cualquier planeta o satélite natural que tenga atmósfera. Por ejemplo, para el caso de la Tierra, si esta

no tuviera atmósfera sería 33° más fría. Por lo tanto podemos ver que es un fenómeno necesario para la conservación de la vida.

El proceso del fenómeno del efecto invernadero inicia cuando la Tierra recibe (de forma permanente) la radiación solar; parte de la cual es reflejada al espacio por las nubes, sin embargo la mayor parte de dicha radiación atraviesa la atmósfera y alcanza la superficie terrestre. Esta energía que emite el Sol llamada radiación solar o de onda corta, calienta la superficie de la Tierra y los océanos (Garduño, 2004) (ver figura 46).

Fig. 46. Efecto Invernadero.



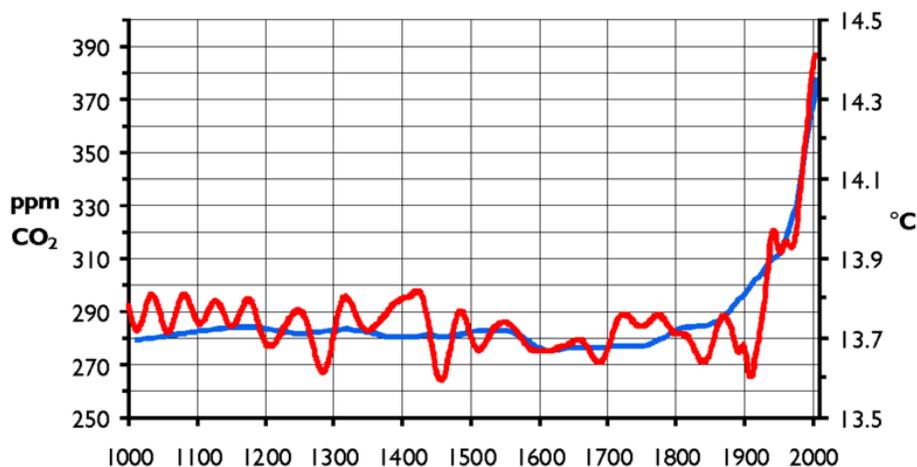
Fuente: INECC, (2014).

A su vez, la superficie de la Tierra emite energía de vuelta hacia la atmósfera y hacia el espacio exterior en forma de ondas térmicas conocidas como radiación de onda larga (radiación infrarroja). Esta radiación es atrapada por los gases de efecto invernadero (EI) calentando la atmósfera (INECC, 2014).

Durante millones de años, el efecto invernadero natural mantuvo el clima de la Tierra a una temperatura media relativamente estable y permitía que se desarrollase la vida. Los GEI retenían el calor del sol cerca de la superficie de la tierra, ayudando a la evaporación del agua superficial para formar las nubes, las cuales devuelven el agua a la Tierra, en un ciclo vital que se había mantenido en equilibrio (Aversano & Temperi, 2006).

Sin embargo, se asume que el incremento de la concentración de GEI en la atmósfera terrestre está provocando alteraciones en el clima. Alteraciones que coinciden con el hecho de que dichas emisiones han sido muy intensas a partir de la Revolución Industrial. Momento en el que la acción del hombre sobre la naturaleza se hizo intensa, partiendo de un promedio histórico de 280 partes por millón (ppm) de unidades de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) hasta antes de la Revolución industrial, hasta un promedio actual (asumido) de 380 ppm (ver figura 47).

Fig. 47. Concentración de CO<sub>2</sub> en la Atmósfera y la Temperatura Media Global de los últimos 1000 Años



Fuente: Aversano y Temperi, (2006).

Debido a que las concentraciones de GEI en la atmósfera han crecido rápidamente, como consecuencia de la intensidad de actividades industriales y agrícolas que viene realizando el hombre, esto ha resultado en la limitación de la capacidad regenerativa de la atmósfera para

eliminar el CO<sub>2</sub> (principal responsable del efecto invernadero), y por consecuencia el aumento de la temperatura global. Esto ha iniciado una serie de afectaciones que van desde las pérdidas materiales hasta las humanas (Aversano & Temperi, 2006).

### **10.3.1. Los Gases Efecto Invernadero**

Son aquellos gases con potencial de calentamiento y que contribuyen al efecto invernadero natural. Se toma en cuenta los efectos radiativos de cada gas (GEI), así como sus diferentes tiempos de permanencia en la atmósfera (IPCC, 2001).

Se denomina forzamiento radiativo al cambio en el flujo neto de energía radiativa hacia la superficie de la Tierra medido en el borde superior de la troposfera (a unos 12.000 m sobre el nivel del mar) como resultado de cambios internos en la composición de la atmósfera (causada por las cantidades emitidas de los GEI), o cambios en el aporte externo de energía solar. Se expresa en W/m<sup>2</sup>. Un forzamiento radiativo positivo contribuye a calentar la superficie de la Tierra, mientras que uno negativo favorece su enfriamiento. Los cambios en el forzamiento radiativo se comparan con el año 1750. En otras palabras, el forzamiento radiativo es el cambio en el balance final entre la cantidad de radiación entrante y la cantidad de radiación saliente en un sistema climático, que en este caso es la Tierra (greenfacts, 2011).

Sin embargo, este balance en la radiación puede ser alterado por varios factores internos o externos. Los internos como son la alteración en la composición de la atmósfera, la cantidad absorbida de energía en el suelo debido al cambio de uso o a la tala inmoderada, a la reflexión de las nubes o a la emisión de calor por el uso de diferentes materiales; o los externos como lo es un cambio en la emisión energética del Sol (entre otros) (IPCC, 2001).

En base a esta problemática expuesta a nivel internacional, el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), a través de un consenso, lograron la conformación de un acuerdo denominado Protocolo de Kioto, en el cual, se concierta que los llamados países Anexo 1 (países desarrollados) reduzcan sus emisiones hasta lograr un promedio del 5,2%

de las estimadas en 1990 (ONU, 1998), de seis gases efecto invernadero, los cuales son los que inducen directamente al forzamiento radiativo y al calentamiento global (IPCC, 2001).

Estos gases se nombran a continuación:

**Tabla 3.** Los Gases Efecto Invernadero y algunas de sus características.

Gases Efecto Invernadero	Potencial de calentamiento	Tiempo de permanencia en la atmósfera (años)	Forzamiento radiativo (W/m <sup>2</sup> )
Bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1	5-200	1.46
Metano (CH <sub>4</sub> )	21	12	0.48
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	310	114	0.15
Hidrofluorocarbonos (HFCs)	1300-11,700	260	0.002
Perfluorocarbonados (PFCs)	6500-9200	>50,000	0.003
Hexafluoruro de azufre (SF <sub>6</sub> )	23,900	3600	0.002

**Fuente:** Información obtenida de IPCC, (2001); ONU, (1998); Homero y Gasca, (2004).

## 10.4. El Cambio Climático

### 10.4.1. Origen del Cambio Climático

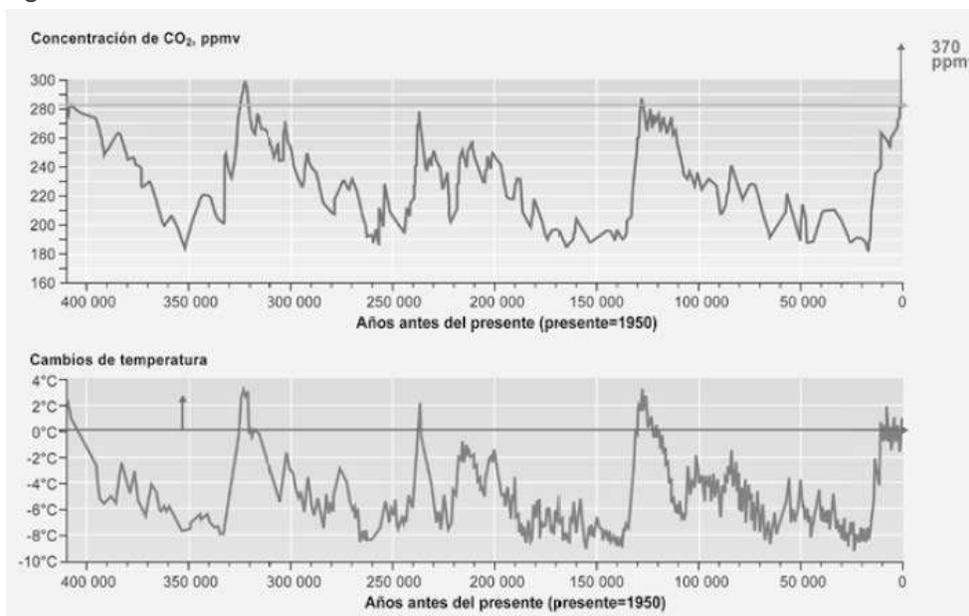
Actualmente existe una discusión respecto a la fuente del origen del CC, algunos autores apoyan la idea de que este se debe a causas naturales y ciclos que la Tierra o emisiones del Sol, quienes causan de alguna manera el cambio en la composición atmosférica y con ello se genera el calentamiento global que si reside de manera persistente se convertirá en un CC. Prueba de ello, es el ciclo de los CC en la Tierra que a lo largo de sus más de cuatro mil millones de años se han suscitado (ver figura 46) (Torres, J. y Gómez, A. 2008).

Según Estrada P., (2001), solo en los últimos dos millones se han alternado glaciaciones y épocas de clima cálido que han afectado de forma determinante a todas las formas de vida del planeta, suponiendo grandes cambios e, incluso, la desaparición de ecosistemas enteros, a pesar de que la temperatura media de la Tierra solo ha variado unos cinco o seis grados entre una época climática y otra.

Sin embargo, existe otra postura que defiende la idea de que aunque los ciclos naturales hayan mostrado cambios climáticos en la Tierra a lo largo de su existencia, coincidentemente, el aumento en el nivel de los denominados GEI, propulsores de un efecto

invernadero anómalo, se han disparado exponencialmente, a diferencia de la “variación natural” que mostrarían dichos valores en su ausencia. Este aumento se ha generado a partir de la revolución industrial en el mundo (ver figura 48) (Petit & Jouzel, 1999).

**Fig. 48. El Clima de la Tierra hasta el año 1950.**



**Fuente: Torres, J. y Gómez, A. (2008, pp38).**

Para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el cambio climático es un fenómeno solo atribuible al hombre, ya que lo define como el “Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (ONU, 1992).

En este sentido el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), expresa que el CC es una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un periodo prolongado (normalmente decenios o más). El CC se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra (IPCC, 2001).

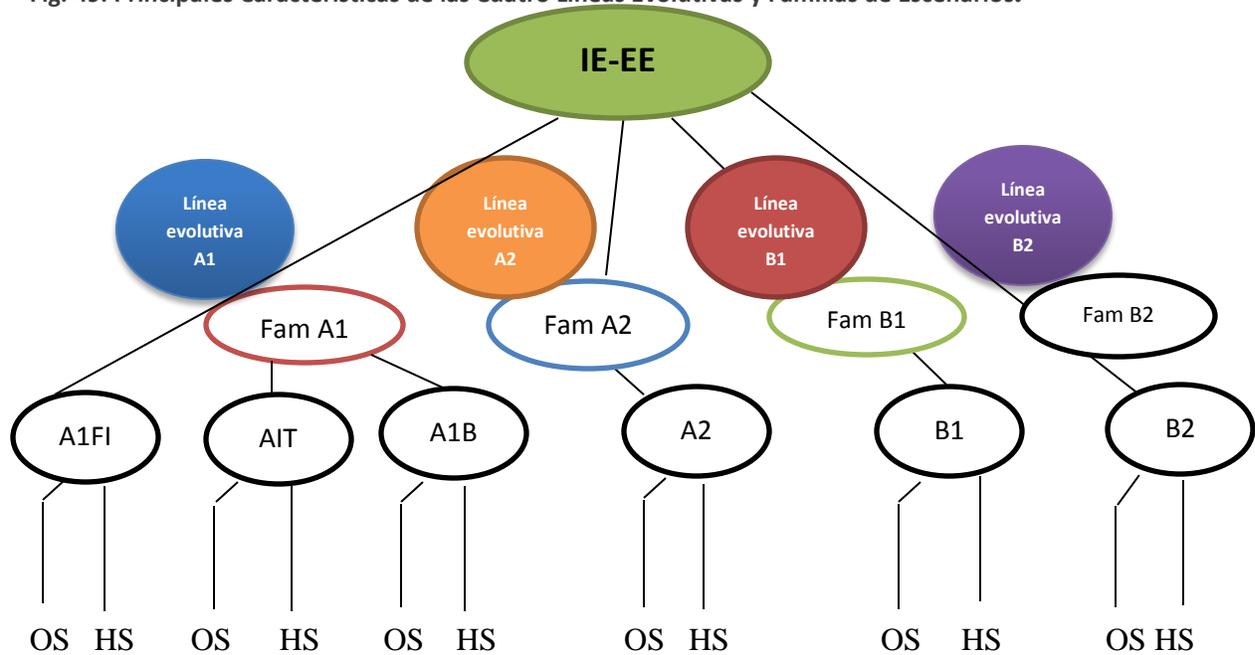
No se puede decir que ambas teorías estén contrapuestas, más bien se puede contemplar que son complementarias. Esto significa que la Tierra probablemente esté pasando por un periodo de calentamiento generado de un proceso natural, aunado a los efectos antropogénicos resultados de la industrialización, ya que no se puede negar que el proceso industrial creciente que ha desarrollado el hombre, ha generado fuertes emisiones de GEI que contundentemente tendrán efectos en la composición de la atmosfera terrestre.

### **10.5. Escenarios de Emisiones de Cambio Climático**

El IPCC realiza un reporte de escenarios en donde establece que *“las emisiones futuras de gases de efecto invernadero (GEI) son el producto de muy complejos sistemas dinámicos, determinado por fuerzas tales como el crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico o el cambio tecnológico. Su evolución futura es muy incierta”*. En este sentido el IPCC presenta los escenarios como imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro, y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en las emisiones futuras, y para evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis. De igual manera establece que los escenarios son de utilidad para el análisis del CC, y en particular para la creación de modelos del clima, para la evaluación de los impactos y para las iniciativas de adaptación y de mitigación (IPCC, 2000).

Estos escenarios muestran una relación entre las fuerzas determinantes de las emisiones y su evolución a través de cuatro líneas evolutivas diferentes, en donde cada una representa un cambio (o tendencia) demográfico, social, económico, tecnológico y medioambiental, en donde cada investigador puede valorar positivamente, y otros, negativamente. Sin embargo el Informe no abarca ningún escenario basado en el clima, es decir en la implementación de la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMCC) en los objetivos de emisiones del Protocolo de Kioto. Aunque las emisiones GEI están directamente vinculadas al CC.

Fig. 49. Principales Características de las Cuatro Líneas Evolutivas y Familias de Escenarios.



Fuente: IPCC, (2000 pág. 4).

Los escenarios del Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones (IE-EE) se conforman principalmente de cuatro líneas evolutivas cualitativas que proporcionan cuatro conjuntos de escenarios denominados “familias”: A1, A2, B1 y B2. En total, seis equipos de modelizadores han desarrollado 40 escenarios IE-EE. Todos ellos son igualmente válidos, y no tienen asignadas probabilidades de hacerse realidad. El conjunto de escenarios se compone de seis grupos de escenarios tomados de las cuatro familias: un grupo de cada una de las familias A1, B1 y B2, y tres grupos de la familia A1, que caracterizan el desarrollo alternativo de tecnologías de energía: A1FI (utilización intensiva de combustibles de origen fósil), A1B (equilibrado) y A1T (predominantemente con combustibles no de origen fósil). Dentro de cada familia y grupo de escenarios, algunos de ellos comparten supuestos “armonizados” sobre la población mundial, el producto interior bruto y la energía final. Éstos están marcados con los grupos de letras “HS”, en el caso de los escenarios armonizados, y con “OS” para los escenarios que exploran las incertidumbres asociadas a las fuerzas determinantes más allá de los escenarios armonizados (ver figura 49) (IPCC, 2000).

La línea evolutiva y familia de escenarios A1 describe un mundo futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidad y el aumento de las interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante. La familia de escenarios A1 se desarrolla en tres grupos que describen direcciones alternativas del cambio tecnológico en el sistema de energía. Los tres grupos A1 se diferencian en su orientación tecnológica: utilización intensiva de combustibles de origen fósil (A1FI), utilización de fuentes de energía no de origen fósil (A1T), o utilización equilibrada de todo tipo de fuentes (A1B).<sup>3</sup>

La familia de líneas evolutivas y escenarios A2 describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. Las pautas de fertilidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una población mundial en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones, y el crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas (IPCC, 2000).

La familia de líneas evolutivas y escenarios B1 describe un mundo convergente con una misma población mundial que alcanza un máximo hacia mediados del siglo y desciende posteriormente, como en la línea evolutiva A1, pero con rápidos cambios de las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y de la introducción de tecnologías limpias con un aprovechamiento eficaz de los recursos. En ella se da preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y

---

<sup>3</sup> El término “equilibrada” indica que no se dependerá excesivamente de un tipo de fuente de energía, en el supuesto de que todas las fuentes de suministro de energía y todas las tecnologías de uso final experimenten mejoras similares (IPCC, 2000).

medioambiental, así como a una mayor igualdad, pero en ausencia de iniciativas adicionales en relación con el clima.

La familia de líneas evolutivas y escenarios B2 describe un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y medioambiental. Es un mundo cuya población aumenta progresivamente a un ritmo menor que en A2, con unos niveles de desarrollo económico intermedios, y con un cambio tecnológico menos rápido y más diverso que en las líneas evolutivas B1 y A1. Aunque este escenario está también orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social, se centra principalmente en los niveles local y regional (IPCC, 2000).

En este sentido este informe reafirma que las principales fuerzas determinantes de las futuras trayectorias de los GEI seguirán siendo el cambio demográfico, el desarrollo social y económico y la rapidez y dirección del cambio tecnológico. Conclusión que concuerda con los informes elaborados por el IPCC de 1990, 1992 y 1995.

## 11. Impacto, Resiliencia, Riesgo y Vulnerabilidad

En los apartados anteriores se ha establecido un marco teórico sobre la ciencia básica del fenómeno del CC, las diversas posturas y las causas de este fenómeno. Sin embargo, la razón más importante para realizar estudios al respecto se debe principalmente a la magnitud de las consecuencias que este hecho podría generar en todas y cada una de las regiones de nuestro planeta y por ende a los seres humanos que habitamos dichas regiones. Es el tratar de responder a preguntas como ¿cuáles serán los impactos o consecuencias?, ¿cuáles son las zonas más vulnerables?, ¿quiénes corren mayor riesgo?, y ¿qué se puede hacer para evitarlo?, son algunas de las cuestiones que se tratan de advertir con el fin de conocer las diferentes situaciones y establecer una base teórica sólida que exponga la principal problemática que pronostica el CC.

### 11.1. Ecosistema y Sociedad

Para poder iniciar con el tema de impacto-vulnerabilidad del CC, se debe abordar temas anteriores que explican la relación. Para ello se empieza con el concepto de ecosistema. Un ecosistema es el “*conjunto de relaciones existentes entre comunidades de seres vivos (plantas, bacterias, animales, personas) y el medio físico en el que se desarrollan*” (Vargas, 2002).

Un ecosistema (p. ej., la Tierra) es estable cuando las comunidades y los elementos que lo conforman logran, en ese contexto cambiante, relaciones de equilibrio que permiten la conservación y evolución de todos ellos, en ciclos más o menos largos. La estabilidad de un ecosistema es dinámica, porque el mundo está en continua transformación, el cual se expresa en fenómenos naturales que suelen ser cíclicos, en períodos más o menos largos (Vargas, 2002).

La estabilidad de los ecosistemas depende entonces de su capacidad para resistir, adaptarse o evolucionar con los fenómenos naturales o a las acciones del hombre. Entre los fenómenos naturales cíclicos se destaca el clima, que es uno de los factores más influyentes

a corto y mediano plazo, por sus efectos en la temperatura, la estacionalidad y las lluvias (Foschiatti, Aportes conceptuales empiricos de la vulnerabilidad global, 2009)

Sin embargo, si hubiera cambios naturales o cambios culturales dentro de un ecosistema equilibrado puede traer consecuencias o impactos negativos sin precedente tanto para la vida humana como para las demás especies.

Dada la importancia de este concepto, a continuación se explica de manera más amplia dicho término y de su amplio uso.

## **11.2. Impacto del Cambio Climático**

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), define los impactos climáticos como “*las consecuencias del cambio climático en sistemas naturales o humanos*” (IPCC, 2001).

Los tipos de impacto variarán de manera particular a cada una de las localidades que conforman la Tierra según sus características geográficas y/o socio-económicas, Por otro lado, también existen impactos que fungirán desde el ámbito global, tal como el aumento de la temperatura y la variación en la precipitación, entre otros. Sin embargo, estos impactos también devendrán efectos socio-económicos que alterarán de manera importante las actividades humanas actuales (Stern, 2007).

Un estudio que establece que las consecuencias del cambio climático recaerán principalmente sobre el sector más vulnerable, y el nivel variará según el contexto geográfico, características económicas de la región, aspectos sociales y culturales; prioridades y preocupaciones de los individuos, modos de vida, así también como la fuerza de las instituciones y las políticas vigentes del mismo tales como (African, 2003):

- a. *Servicios y Bienes Ambientales.* Las poblaciones pobres usualmente dependen directamente de los bienes y servicios provistos por los ecosistemas, tanto como fuente primaria como suplementaria de alimentos, forraje, material para la construcción y combustible. Mientras que las condiciones sociales y económicas los

conducen a áreas marginales y los fuerza a explotar los recursos naturales, el cambio climático degrada la calidad de estos recursos y, por lo tanto, refuerza las condiciones de pobreza.

- b. *Agua*. Se proyecta que el CC reduzca aún más su disponibilidad debido a un aumento en la frecuencia de sequías, aumento de la evaporación y cambios en los patrones de precipitación.
- c. *Agricultura y Seguridad Alimentaria*. Los cambios en la temperatura, precipitación y extremos climáticos se sumarán al estrés de los recursos agrícolas. Esto será particularmente serio en aquellas áreas donde las sequías y la degradación de la tierra, incluyendo la desertificación, son actualmente severos. Situación que debe ser considerada en su impacto sobre la seguridad alimentaria local.
- d. *Salud*. La prolongación de intensas olas de calor combinadas con la humedad pueden incrementar los índices de mortalidad, particularmente entre los pobres y los ancianos. Otro impacto directo será el aumento de muertes y lesiones por eventos climáticos extremos tales como inundaciones, tormentas y deslizamiento de laderas. Los *efectos indirectos* estarán dados por cambios en la temperatura y en la precipitación que pueden derivar en cambios de la distribución geográfica de enfermedades transmitidas por vectores como el chagas y la fiebre amarilla, entre otras, exponiendo a la población a este tipo de enfermedades.

De acuerdo a este reporte el potencial impacto del cambio climático en la salud humana aumentará la vulnerabilidad y reducirá las oportunidades al interferir en la educación y la habilidad para trabajar. Es probable que el cambio climático tenga impactos directos así como también indirectos sobre la salud humana.

- e. *Desplazamiento involuntario, migraciones y conflictos*. El efecto directo e indirecto del cambio climático y sus interacciones con otras vulnerabilidades y exposiciones

ambientales pueden llevar a migraciones en masa debido a la degradación de recursos cruciales y a las amenazas a los medios de subsistencia.

Cuando los impactos crean situaciones de grave daño y alteran la estabilidad y las condiciones de vida de un ecosistema (vulnerabilidad), dada ante la presencia de una energía o fuerza potencialmente peligrosa (amenaza) se producen los desastres (Vargas, 2002).

Los desastres suelen clasificarse según su origen (o tipo de amenaza) en dos grandes categorías: desastres naturales o socio-naturales y desastres antrópicos y sociales (Vargas, 2002).

Los desastres naturales o socio-naturales, donde la energía amenazante proviene de un fenómeno natural, desencadenado por las dinámicas de la naturaleza o por la intervención humana. Se dividen en tres tipos (CENAPRED, 2001):

- a) Meteorológicos: relativos a la atmósfera y el clima.
- b) Topográficos y geotécnicos: relativos a la superficie de la tierra.
- c) Tectónicos o geológicos: relativos a las fuerzas internas de la tierra.

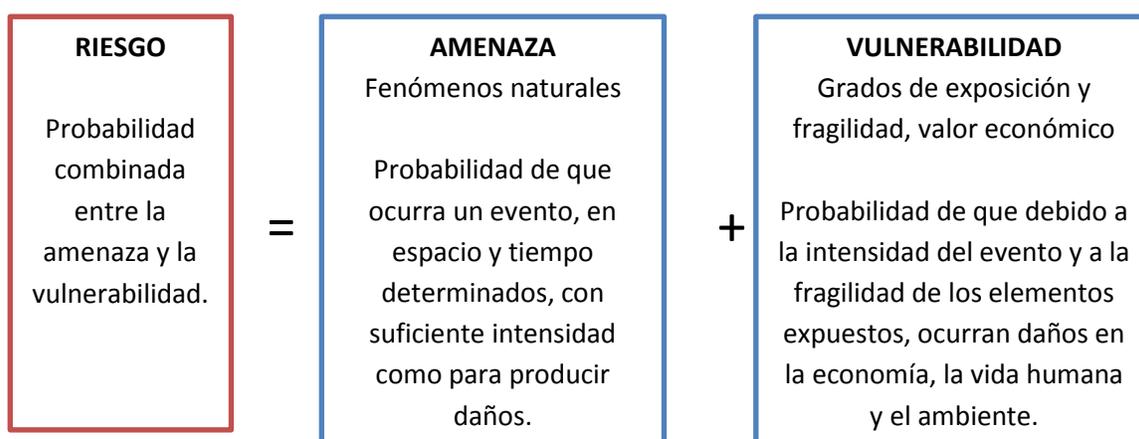
Los desastres antrópicos y sociales, donde la energía destructiva tiene origen humano y social. Se los puede clasificar en cuatro tipos (CENAPRED, 2001):

- a) Exclusión Humana: causados por la falta de garantías económicas, sociales y políticas a la existencia de condiciones básicas de subsistencia para todos los seres humanos.
- b) Guerras y delincuencia: causados por el abuso destructivo de la vida humana o los medios y condiciones de subsistencia.
- c) Mal manejo de recursos y desechos: provenientes del abuso destructivo del territorio, desconociendo las limitaciones del medio natural.
- d) Accidentes: causados por imprevisión o por limitaciones en la capacidad humana para el manejo de la tecnología.

Dicho lo anterior, el CC es una amenaza que puede significar un riesgo tanto para la economía del mundo, como para la vida misma del ser humano en la tierra, por lo que a continuación se explica el significado de riesgo y los tipos de impacto que pudieran desencadenarse, así como la vulnerabilidad.

### 11.3. Riesgo de desastre

El riesgo de desastre es una dimensión probable del daño en un periodo determinado, ante la presencia de una actividad peligrosa. Este tiene dos componentes: la amenaza potencial y la vulnerabilidad del sistema a ella (Vargas, 2002).



Fuente: Vargas, (2002).

El riesgo en el CC se define como una condición de la naturaleza, proceso o acontecimiento potencial que implica una amenaza a la salud, seguridad o bienestar de un grupo de ciudadanos, las actividades, o la economía de una comunidad o amplias entidades gubernamentales. También se puede definir como el producto de tres factores: el peligro (P), la vulnerabilidad (V) y la magnitud de los daños (en número de vidas o pérdidas económicas) (CEDAM-TECMONTERREY, 2011):

$$R = P \times V \times E$$

La ocurrencia de un peligro o daño puede tener un origen antrópico o natural, y dicho daño se mide en base a la valoración cualitativa y cuantitativa de los daños y pérdidas ocurridas. Para ello, el peligro implica la existencia del hombre, ya que este es el único que puede determinarlos. Las inundaciones, sequias, tormentas y otros, son fenómenos naturales, que solo se convierten en peligros si ocurrieran donde vive la gente (Santibañez Q., Santibañez, V., & Solis, 2008).

Los términos peligro y desastre se suelen usar indistintamente. El segundo implica destrucción, mientras que el primero implica una destrucción en potencia. Por ello en base a un fenómeno potencial que implica cierto riesgo, si ocurriera un desastre o peligro, dicho fenómeno se transformaría en uno actual con un conjunto de daños derivados del riesgo pronosticado (Foschiatti, 2009).

El cambio climático (amenaza) debe ser reconocido como un problema de gestión de riesgo, donde éste es el resultado de combinar la amenaza y la vulnerabilidad. Cuando el riesgo se materializa ocurre un desastre y, por ello, se ha tratado de estimar cuál es el nivel crítico de riesgo ante el cambio climático que podemos tolerar (Magaña R., 2010).

### **11.3.1. Amenaza**

La amenaza es el fenómeno peligroso. Se la define como la magnitud y duración de una fuerza o energía potencialmente peligrosa por su capacidad de destruir o desestabilizar un ecosistema o los elementos que los componen, y la probabilidad de que esa energía se desencadene (Magaña R., 2010). Tiene tres componentes:

- Energía Potencial: magnitud de la actividad o cadena de actividades que podrían desencadenarse.
- Susceptibilidad: predisposición de un sistema para generar o liberar la energía potencialmente peligrosa, ante la presencia de detonadores.
- Detonador o Desencadenante: Evento externo con capacidad para liberar la Energía Potencial.

El detonador adecuado para un determinado nivel de susceptibilidad desencadena la energía potencial.

$$\text{Amenaza} = f(\text{Energía potencial, susceptibilidad, detonador})$$

Cuando se habla de amenaza, se hace referencia al factor externo de un sistema expuesto (comunidad), representado por la potencial ocurrencia de un fenómeno desencadenante (o accidente), el cual puede producir un desastre al manifestarse (Magaña R., 2010).

Una amenaza es un término amplio y refleja una fuente de peligro o una forma de daño potencial, mientras que el Riesgo (R) es la probabilidad de que un hecho ocurra, lo cual implica proximidad de daño, desgracia o contratiempo que puede afectar un conjunto humano y su entorno social, económico y natural. De esta manera los riesgos variarán según las culturas, los géneros, las razas, la condición socioeconómica y las estructuras políticas. Los desastres son riesgos específicos que tienen profundo impacto en las poblaciones (Vargas, 2002).

Para este caso, se consideran que el fenómeno amenazante es el CC, cuya energía potencial está representada por la serie de eventos extremos como lo son principalmente las sequías, los huracanes y los cambios en la conducta meteorológica actual. Cabe hacer mención que si ocurriera un desastre dentro de un determinado territorio, éste como desastre no se considera. Más bien son la suma de los desastres ambientales, en la sociedad y en la economía de los grupos humanos.

Para el caso del estado de Michoacán y de acuerdo a la información derivada de las diferentes instituciones, el principal impacto que se presentará en el estado son las sequías.

### **11.3.2. Resiliencia**

Se le conoce como resiliencia a la capacidad de resistir a las presiones negativas y recuperarse de algún impacto. En sistemas ecológicos se entiende como la propiedad que

permite a un sistema absorber y usar, incluso para beneficio, los cambios del medio ambiente (Santibañez Q., Santibañez, V., & Solis, 2008).

En las ciencias sociales la resiliencia es vista como la capacidad para aprovechar oportunidades, resistir las amenazas y recuperarse de sus impactos negativos (Alwang, Siegel, & Jorgensen, 2001).

En cierta forma, la resiliencia es el término opuesto de la vulnerabilidad. Un sistema resiliente no es sensible a las variabilidades climáticas y tiene capacidad de adaptación” (IPCC, 2001).

En la realidad el daño causado por un fenómeno no sólo depende de las amenazas, vulnerabilidad y exposición, sino que también de la capacidad de adaptación y la resiliencia de la población frente a los efectos del riesgo. En la literatura las definiciones de resiliencia y capacidad de adaptación se sobreponen y frecuentemente son usados como sinónimos. La capacidad de adaptación reúne aquellas estrategias y medidas que actúan directamente sobre el daño durante o después del evento, aliviando o conteniendo su impacto, así como también las estrategias que modifican las actividades y comportamientos humanos con el fin de evitar efectos dañinos mientras dure el efecto (Santibañez Q., Santibañez, V., & Solis, 2008).

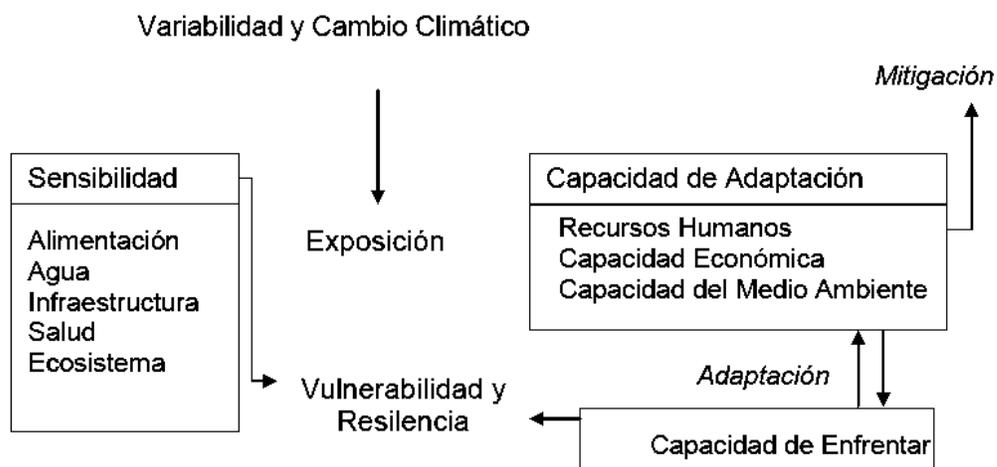
La resiliencia reúne todas las capacidades que les permiten a las comunidades humanas restituir las funciones sociales, aun cuando perduren los efectos dañinos de un fenómeno natural. Así, la resiliencia incluye a la capacidad de adaptación, pero al mismo tiempo va más allá de ella (Santibañez Q., Santibañez, V., & Solis, 2008).

Para Según Ibarán & Rodríguez (2007) es el grado de resistencia (o resiliencia) de un lugar o un ente, ante el cambio climático, viendo en detalle las características propias de las distintas regiones, como lo son las económicas, capital humano y la calidad y uso del medio ambiente.

En este se suman los indicadores de capacidad de adaptación (positivos) y de sensibilidad (negativos). Este parámetro muestra la capacidad de hacer frente al cambio climático.

Mientras mayor es el índice de resiliencia para un lugar, menor es su vulnerabilidad ante el cambio climático (ver figura 50).

Fig. 50. Estructura del Indicador de Vulnerabilidad-Resiliencia, VRIP.



Fuente: Brenket y Malone, (2007).

En este modelo los indicadores utilizados se muestran a continuación:

a. Para la sensibilidad

- La infraestructura y los asentamientos humanos;
- La seguridad alimentaria;
- La salud
- Los ecosistemas, y
- La disponibilidad de agua.

### 11.3.3. Capacidad de Adaptación

Se le llama capacidad de adaptación (CA) a los medios por los cuales gente u organizaciones usan los recursos disponibles y habilidades para enfrentar las consecuencias adversas que puedan conducir a desastres. En general, esto supone un manejo de recursos tanto en tiempos normales como en periodos de crisis. La capacidad de adaptación permite a las comunidades tener cierta resiliencia para resistir los efectos de los riesgos naturales o

antrópicos pudiendo con ello restaurar la condición inicial una vez pasado el efecto del fenómeno adverso (UNI/ISDR, 2004).

También se ha descrito a la capacidad de adaptación como la combinación de las fortalezas y recursos disponibles en una comunidad humana, que pueden reducir el nivel de riesgo frente a los desastres. Capacidad puede incluir medios físicos, institucionales, sociales o económicos así como también las capacidades personales o atributos colectivos como liderazgo o manejo (UNI/ISDR, 2004).

Según Ibarrán et al (2007) los indicadores que combinaría la capacidad de adaptación al CC son:

- La capacidad económica;
- Los recursos humanos; y
- La capacidad ambiental.

Teniendo como base todo el bagaje conceptual del concepto de vulnerabilidad, a continuación se desarrolla dicho concepto. Asimismo se conceptualiza particularmente el término global dirigido hacia el subsector agrícola.

#### **11.3.4. Exposición**

La exposición es entendida como el número de personas o elementos en riesgo que pueden ser afectados por un evento particular. En un área deshabitada la exposición es nula. Mientras la vulnerabilidad determina la severidad que tendrá el impacto de un evento sobre los elementos en riesgo, es la exposición la que da cuenta del daño. En su dimensión económica, la vulnerabilidad es representada por la proyección de que una familia probablemente pierda el 50% de sus bienes. La cantidad de familias que se verán afectadas representa la exposición (Santibañez Q., Santibañez, V., & Solis, 2008).

### 11.3.5. Vulnerabilidad ante el Impacto del Cambio Climático

La vulnerabilidad se define como el “*grado de sensibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, y en particular la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad adaptativa*” (IPCC, 2001).

La vulnerabilidad de la sociedad está relacionada con los sistemas que son sensibles al clima, por ejemplo los de producción primaria de alimentos, infraestructura, salud, recursos hídricos, sistemas costeros y ecosistemas, entre otros (IPCC, 2001).

Un concepto asociado a la vulnerabilidad es el de sensibilidad que se define como nivel en el que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados con el clima. El efecto puede ser directo (por ejemplo, un cambio en la producción de las cosechas en respuesta a la media, gama o variabilidad de las temperaturas) o indirecto (los daños causados por un aumento en la frecuencia de inundaciones costeras debido a una elevación del nivel del mar) (IPCC, 2007).

La vulnerabilidad indica un daño potencial, representa teóricamente una dimensión de lo que podría ocurrir a una población bajo condiciones de riesgo o amenaza. Para determinarla es necesario hacer la pregunta sobre lo que pasaría si un evento impactara a dichos individuos o poblaciones en riesgo (Vargas, 2002).

De esta manera, se puede estimar que todos los países, así como todas las regiones y sectores de un país, son potencialmente susceptibles de sufrir impactos por el cambio climático -es decir, son vulnerables-, lo cual estará relacionado diversos factores sociales, económicos y geográficos propios de cada lugar (CEDAM-TECMONTERREY, 2011).

Entonces, cuando se analiza la vulnerabilidad de una región o una localidad, se debe considerar la interrelación que existe entre (CEDAM-TECMONTERREY, 2011):

- Las características geográficas,
- Las condiciones de la población (como el nivel socioeconómico o las características demográficas); y

- Los servicios (salud, sanitarios, suministro de agua, protección civil, entre otros) (Downing, 2005)

La vulnerabilidad es función de la sensibilidad de un sistema a los cambios (grado en el cual un sistema responderá a un cambio dado en el clima, incluyendo efectos beneficiosos o dañinos. Sin embargo, la capacidad de adaptación y la resiliencia disminuyen la vulnerabilidad de las poblaciones (Santibañez Q., Santibañez, V., & Solis, 2008).

El riesgo resulta de la combinación de la vulnerabilidad y la exposición, pero en el largo plazo el riesgo será menor cuanto mayor capacidad de adaptación y resiliencia adquieran las poblaciones afectadas (Santibañez Q., Santibañez, V., & Solis, 2008, pág. 8). Variables que en primera instancia solamente podrían cuantificarse de manera subjetiva y cualitativamente, sin embargo con el fin de ponderarlo, se buscaran indicadores que manifiesten el significado mismo de este.

Fig. 51 Componentes de la vulnerabilidad de las comunidades frente a los cambios climáticos.



Fuente: Santibañez, et. al (2008 pág. 9).

La vulnerabilidad por otra parte depende de la capacidad de adaptación de una población ante un nuevo escenario y de su resiliencia, es decir, de la capacidad de ésta para soportar y/o restituir las funciones alteradas por los nuevos escenarios climáticos. Ya que ambos conceptos dependen básicamente de factores como disponibilidad de recursos, tecnología, la existencia de mercados, conocimientos, aspectos culturales y la variedad de opciones que ofrece el potencial productivo de los recursos naturales (ver figura 51) (Santibañez Q., Santibañez, V., & Solis, 2008).

#### **11.3.6. Vulnerabilidad Agrícola**

El término de VA tuvo sus inicios por 1990 donde Liverman *et. al* (1990) y Apendini *et. al* (1990), lo manejan como vulnerabilidad a Desastres Naturales con base en las características internas físicas y meteorológicas se encuentra las poblaciones y las personas ante un evento ambiental. Más adelante el IPCC (2001) el cual maneja el término como un problema de gestión de riesgo y agrega variables como el de sensibilidad y capacidad de adaptación de un sistema. Al mismo tiempo, se manejó la medición de esta sensibilidad ante el CC a través de encuestas de opinión y experimentos de manipulación biológico-físicos para conocer el probable daño de los cultivos (Maddison, *et al*, 2007). Más adelante Santibañez *et al* (2008) propone ampliar que el término se maneje como Vulnerabilidad Global de la Agricultura y propone integrar criterios físicos y sociales en el manejo de la definición. Y el Gobierno de la República mexicana en 2012 aporta a la definición el uso de la medición a través de la vulnerabilidad social y sectorial, dejando atrás la idea de conocer la vulnerabilidad exclusivamente a través de los sistemas económicos.

A continuación se expone las principales aportaciones teóricas de los diferentes autores referentes a la VA:

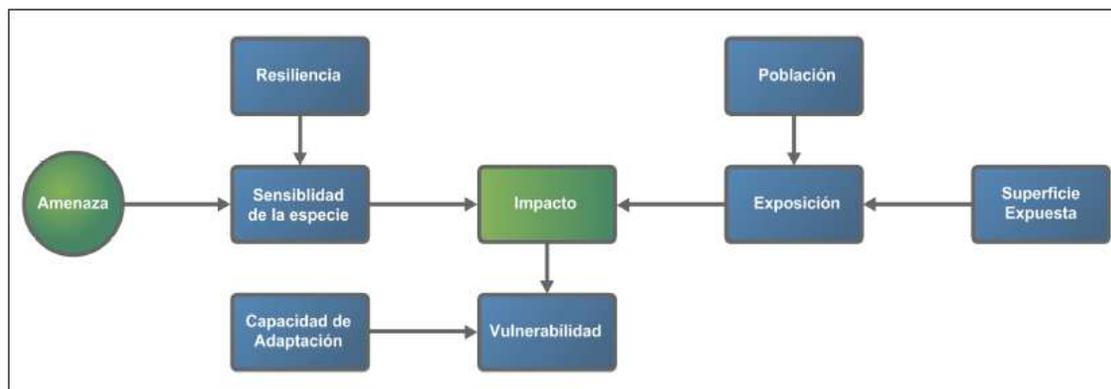
**Tabla 4.** Principales Autores de la Vulnerabilidad Agrícola.

AUTOR	APORTE TEORICO A VULNERABILIDAD AGRÍCOLA
Liverman <i>et. al</i> , (1990) y Apendini <i>et. al</i> , (1994). IPCC, (2001).	La Vulnerabilidad a Desastres Naturales son “ <i>las características de lugares o personas que puedan verse perjudicados por los eventos meteorológicos y geofísicos</i> “. La Vulnerabilidad es el “ <i>grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del Cambio Climático, y en particular la Variabilidad Climática y los fenómenos extremos</i> ”
Maddison, Manley, y Kurukulasuriya <i>et. al</i> , (2007).	La Vulnerabilidad Agrícola se basa en encuestas de opinión y experimentos con cambios en la temperatura de cultivos.
Santibáñez, <i>et. al</i> , (2008).	“ <i>La Vulnerabilidad Global de la agricultura resulta de la integración de criterios físicos (impactos climáticos sobre la productividad) y criterios sociales (nivel educacional, acceso a la tecnología, capital disponible, entre otros)</i> ”.
Ordaz, <i>et al</i> (2010).	La Vulnerabilidad Agrícola se mide a través de la estimación del Cambio Climático en la agricultura.
Gobierno de la República (2012)	La Vulnerabilidad agrícola es el resultado de la medición de la variabilidad climática en un contexto de vulnerabilidad social y vulnerabilidad sectorial.

**Fuente:** Elaboración propia en base a información obtenida de Liverman *et. al* (1990) y Apendini *et. al* (1994), Santibáñez, *et. al* (2008), Ordaz, *et. al* (2010), IPCC, 2001, Gobierno de la República (2012).

El término de vulnerabilidad agrícola se refiere a la integración de criterios físicos (impactos climáticos sobre la productividad) y criterios sociales (nivel educacional, acceso a la tecnología, capital disponible, entre otros) como se muestra en el siguiente esquema:

**Fig. 52.** Factores que componen la vulnerabilidad agrícola.



**Fuente:** Santibáñez, *et. al* (2008 pág. 11).

Según Santibáñez (2008) y la FAO, (2010), la VA depende en gran medida de la capacidad de adaptación que presenten los productores del campo, la cual depende de tres dimensiones principalmente: la dimensión social, que está asociada al nivel de educación y a la calidad de vida de la población. La segunda se refiere a las características asociadas al tipo de agricultura desarrollada, como por ejemplo, tenencia de la tierra, sistemas de riego y uso de capital, siendo más vulnerables los sistemas de pequeños propietarios, de secano y bajo uso de tecnología.

Y por último la dimensión que se refiere a la económica, la cual asocia el nivel de riesgo que tienen los distintos rubros agrícolas. Es decir, es la medida del capital que se está arriesgando. Los sistemas agrícolas altamente tecnificados, que requieren mucha inversión, como los frutales, son más vulnerables desde una perspectiva económica ante una disminución en los rendimientos, que otros sistemas más simples como los cereales o forrajeras.

**Capacidad de adaptación= f (dimensión social, tipo de agricultura desarrollada y dimensión económica).**

En conclusión, para poder llevar a cabo una evaluación de la vulnerabilidad agrícola del aguacate en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, es necesario estimar en primer lugar el impacto del CC, el cual como se ha visto anteriormente, es independiente del valor mismo de la vulnerabilidad y con el cual se medirá.

Por otra parte para el caso propio de la medición de la vulnerabilidad de los cultivos anteriormente expuestos, es necesario considerar dos elementos fundamentales: la sensibilidad de los cambios climáticos sobre la productividad de los mismos, basado en los cambios porcentuales de los rendimientos ponderados por la superficie expuesta. Y en segunda instancia, los factores de adaptación, los cuales están en relación con el tipo de agricultura dominante. Dentro del que se puede considerar:

- Superficie cultivada.
- Tipo y tamaño de la tenencia de la tierra.
- Si la superficie es de riego o de temporal.

- Total de la población urbana y rural.
- Grado de intensificación de la agricultura, entre otros.

Se subraya que la vulnerabilidad es una característica intrínseca de cualquier comunidad (hogar, región, estado, infraestructura u otro elemento de riesgo). Y que esta indica un daño potencial que podría ocurrir en una población bajo la condición de riesgo o amenaza. Dado este contexto, es un hecho que la vulnerabilidad debe mantener un contexto geográfico y poblacional específico para su cualificación y cuantificación, y para el que siempre debe considerarse una escala espacial y temporal (Santibañez Q., Santibañez, V., & Solis, 2008).

Dadas las condiciones económicas, sociales, culturales, políticas y probablemente ambientales de un espacio, éste desarrolla de manera particular todas y cada una de sus características y en donde se presentarán los impactos o efectos negativos derivados del CC. Por ello a continuación se presenta la base teórica referente a la regionalización que se utilizará en la presente investigación, seguido de la base de estudio respecto al desarrollo social.

En este sentido se concluye que la definición en la cual se basará este trabajo es que la Vulnerabilidad Agrícola es el daño potencial que podría ocurrir en una región y a su población respecto a un producto agrícola bajo el riesgo del Cambio Climático.

## **11.4. Análisis Regional**

### **11.4.1. Concepto Espacio**

Para poder iniciar un análisis regional, primero se debe establecer la conceptualización de algo que se llama espacio. Según Velasco (2008), espacio se concibe como *“el contexto básico ilimitado, objetivo o subjetivo, en el cual se desenvuelven los objetos y sujetos reales o teóricos. Aquí se hace referencia al proceso en desarrollo “en” o “con” el espacio por lo cual éste aparece inicialmente como el continente donde se inscriben los procesos”* (Velasco, Maldonado, Torres, & Reyes, 2008).

Si se concibe el espacio dentro de la actividad humana, éste debe interpretarse como un elemento intrínseco del desarrollo, que se acepta, tiende a rebasar las explicaciones de la economía, llegando incluso a hablarse de un “espacio o región social”.

Desde esta perspectiva, el instrumento fundamental para el manejo del espacio lo es el de región (R). Sin la existencia de este concepto, sería imposible el entendimiento y manejo del espacio, pues la definición más simple de R es que ésta es una “parte del espacio”, y más concretamente, ésta puede considerarse el espacio delimitado artificialmente (por sus relaciones económicas, sociales, étnicas, etcétera), y/o naturalmente (por su clima, flora y fauna, suelos, etcétera).

#### **11.4.2. Concepto Región**

Región se inscribe para identificar porciones determinadas de la superficie terrestre, definidas a partir de criterios específicos y objetivos preconcebidos, los cuales pueden provenir de las ciencias naturales o geográficas, o con arreglo a determinaciones sociales. Una región tiene sentido y existencia sólo cuando en ella se asienta un conglomerado humano que es el que le otorga forma y extensión (Palacios, 1983).

Complementando esta idea, Miguel considera la región como el espacio delimitado artificialmente por sus relaciones económicas, sociales, étnicas, etc., o naturalmente por su clima, flora y fauna, suelos, entre otras. Se puede decir que una región es un conjunto complejo de elementos denominados “territorio duro” (compuesto por los valores y tradiciones de la región) y “territorio blando” (integrado por la economía, tecnología y la política de la región), con al menos un lugar central o núcleo ligado a su área de influencia (Miguel V., Maldonado, Torres, & Reyes, 2008).

Para Iracheta, es un espacio subnacional cuyo objetivo obedece a la combinación de características geográficas y socioeconómicas, vocación productiva y a los propósitos públicos para resolver sus problemas o poner en valor su potencial.

La región se trata de uno o varios territorios integrales resultado de un diseño que garantice el mejoramiento económico, social y cultural, a través del respeto y uso responsable de los recursos naturales, partiendo de los espacios geográficos creados con los fines específicos (SEPLADE, 2004).

Por región se entiende:

Un espacio geográfico definido por su grado de homogeneidad o heterogeneidad, para atender algún asunto en particular; esto es, no son cotos cerrados genéricos, y más bien, ayudan a comprender la complejidad del territorio para intervenir en él. Así como "...el territorio de lo común, de la identidad, de la ecuación socio-espacial"; por regionalización se concibe: como el proceso para establecer espacios geográficos (regiones), que sean de utilidad para un fin preestablecido, bajo la idea de que no existen regiones "para todo" (SEPLADE, 2004).

Pero la pregunta es ¿por qué es importante el tema de desarrollo para medir la vulnerabilidad de cultivos ante un cambio climático?, sin embargo para poder responder esta pregunta, primero se debe conceptualizar el término.

De acuerdo a Boudeville (1965), distingue entre tres tipos de regiones: la homogénea, la polarizada, funcional o nodal y la región plan. La región homogénea atiende a la similitud de características económico-sociales en determinada extensión geográfica. La polarizada, funcional o nodal, centra el análisis en la interdependencia entre núcleos centrales llamados polos y la periferia correspondiente a áreas satelitales, siendo heterogéneo el espacio resultante y en general complementarias sus partes integrantes. Y por último, la región plan está determinada especialmente por los fines perseguidos por las diversas planificaciones o programaciones.

Por su parte, Poviña A. (1969), establece que *"la región es un agrupamiento sociológico, de tipo geográfico polarizado en el que el predominio de los indicadores unificantes (espacio físico, estructura económica y estilo de vida) produce una conciencia de unidad regional, que sirve como instrumento natural para la integración de la comunidad"*, situación que se fija en el concepto de municipio.

## 11.5. Concepto de Municipio

La definición etimológica de municipio: "proviene del latín *munus* que significa oficio y *capere* que significa tomar, denominación que recibían legiones romanas, que formalmente quedaban incorporadas al Estado romano, aunque con un margen considerable de libertad para auto administrarse (Burgoa, 1973).

Municipio es la entidad política jurídica integrada por una población asentada en un espacio geográfico determinado administrativamente, que tiene unidad de gobierno y se rige por normas jurídicas de acuerdo a sus propios fines (Rendón, 1995).

Lo anterior significa que el municipio mexicano es una persona jurídica, en virtud de que tiene un patrimonio propio, posee autonomía para gobernarse y administrar su hacienda pública, se integra por una población que habita en un territorio determinado, es la célula básica que conforma el tejido político, administrativo y territorial de las entidades federativas. La sociedad es un elemento sustancial del municipio, es la parte dinámica y vital del municipio; a través de un nexo causal entre gobierno-sociedad se construye el consenso, dando paso a mejores tomas de decisiones de los gobiernos municipales (USAC, 2010).

Por su parte Garza establece que el municipio "es la asociación de vecindad que está constituida por vínculos locales fincados en el domicilio, que se encuentra asentada en un territorio jurídicamente delimitado, con derecho a un gobierno propio, representativo y popular y reconocida por el Estado como base de su organización política y administrativa" (Ochoa Campos, M., 1981).

Además, existe general acuerdo en que son tres elementos los que constituyen y dan significado a la institución municipal, estos son: población, territorio, y gobierno (González, s/f).

### **11.5.1. Elementos Fundamentales del Municipio**

En base a lo anterior se puede establecer que para que el municipio pueda fungir como tal, debe reunir tres elementos estructurales: un elemento humano (población), un elemento físico (territorio) y por último también un elemento formal (gobierno) (USAC, 2010).

#### **11.5.1.1. Elemento Humano**

Este elemento, se configura por la reunión de un grupo determinado de personas, cuyo número se marca constitucionalmente como mínimo, en el que se configura una colectividad de seres racionales y libres, con singular identidad y dotados de un destino individual propio. Al mismo tiempo, sin perder su cualidad de personas singulares, éste grupo humano tienen sentido de pertenencia colectiva que se genera y fortalece a través de relaciones de vecindad, que reglan comportamientos comunes sin afectar la individualidad (USAC, 2010).

#### **11.5.1.2. Elemento Físico**

Aquí se incluye, el espacio geográfico terrestre, dentro del cual se asienta la comunidad, y cuya superficie también se delimita en la geografía de una entidad federativa determinada. Este espacio geográfico, sirve de asiento a la población y en él se desenvuelve cotidianamente la vida colectiva e individual de los integrantes del elemento humano. Es lugar donde se desarrollan actividades y relaciones personales (USAC, 2010).

#### **11.5.1.3. Elemento Formal**

Este elemento indica que los dos anteriores deben estar formalmente configurados de acuerdo a las leyes. Ello hará que los habitantes tengan la formación suficiente para entender que se está dentro del orden jurídico. Lo anterior es fundamental para lograr salvaguardar el orden, la unidad y el equilibrio social, en el seno de la comunidad, ya que el gobierno en el municipio no queda al arbitrio de los titulares de las dependencias, ni la

ciudadanía está en libertad de acatar o no el ordenamiento legal Implica también, que en el municipio, la autoridad dispone de elementos de fuerza para cuidar de la seguridad y mantener el orden entre la comunidad, hace referencia a realizar la labor de prevención, que es la asignada fundamentalmente a la policía municipal (USAC, 2010).

Un municipio es una entidad administrativa que puede agrupar una sola localidad o varias, pudiendo hacer referencia a una ciudad, pueblo o aldea (USAC, 2010).

El municipio está compuesto por un territorio claramente definido por un término municipal de límites fijados (aunque a veces no es continuo territorialmente, pudiendo extenderse fuera de sus límites con enclaves y presentando enclaves de otros municipios) y la población que lo habita (regulada jurídicamente por instrumentos estadísticos como el padrón municipal y mecanismos que otorgan derechos, como el avecindamiento o vecindad legal, que sólo considera vecino al habitante que cumple determinadas características – origen o antigüedad y no al mero residente) (e-ducativa, 2014)

El municipio está regido por un órgano colegiado denominado ayuntamiento, municipalidad o alcaldía, encabezado por una institución unipersonal: el alcalde o presidente municipal (e-ducativa, 2014).

En el estado de Michoacán existen 113 municipios, los cuales cuentan con territorio definido, población y gobierno propio. De esta manera se puede decir que es un ambiente propicio y factible para poder realizar estudios de diversas índoles, ya que cuenta con un bagaje histórico que permite darle certidumbre y valía a la información que el misma cuenta (INEGI, 2010).

Es así como dentro del estado existen aproximadamente 23 municipios dedicados al cultivo de aguacate (franja aguacatera), sin embargo cuatro han sido seleccionados en base al número de años de información climática y económico-social con la que cuentan, siendo éstos los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan (ver marco referencial).

## **11.6. Concepto Desarrollo**

Dado que una región es un territorio conformado por una población con características, cultura y costumbres propias. De igual manera esta población desarrolla actividades con las que busca satisfacer sus distintas necesidades. Estas actividades delimitan de alguna manera el grado de “desarrollo” que cada región genera (Vargas, 2002).

El desarrollo como tal es un proceso de cambio, localizado dentro de un ámbito territorial denominado región, en el cual se asocia un constante proceso de progreso de una comunidad, sociedad o individuo que habita en ella (Boisier, 2001).

El desarrollo entonces se encuentra intrínsecamente ligado a una región cuyos habitantes crean un motor que encuentra la forma de resolver sus propias necesidades (Vargas, 2002)..

En un principio el desarrollo se visualizaba exclusivamente como un proceso de crecimiento económico, sin embargo, a partir de mediados del siglo XX, inicio un cambio en la forma de concebir este concepto.

Boisier sostiene que debemos preguntarnos acerca de las condiciones necesarias para la realización del potencial de la personalidad humana. A partir de esta pregunta, él apunta a la alimentación como una necesidad absoluta, ya que se traduce directamente al nivel de pobreza y al nivel de ingreso de una familia. Una segunda condición básica para el desarrollo personal es el empleo y la tercera, es la igualdad entendida como equidad. Introduciendo este nuevo termino subjetivo e intangible (Boisier, 2001).

En base a estos preceptos, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) introduce una nueva acepción y una nueva forma de medir el desarrollo a través del concepto denominado Índice de Desarrollo Humano (PNUD, 2006).

Este índice reúne tres de los componentes más importantes como lo es la calidad de vida, longevidad y nivel de conocimiento. Estas dimensiones están ligadas al nivel de vida de la población, pero también al desempeño de indicadores sociales del ámbito de la salud y de la educación, y reflejan en sí mismas la evolución de muchas otras variables a lo largo del tiempo, por tanto, constituyen una síntesis de diversos elementos que conforman el Desarrollo Humano (PNUD, 2006).

Bajo esta noción del PNUD argumenta que se logra un aumento en el desarrollo humano cuando existe una mejora en el crecimiento económico, acompañado de un mayor desarrollo social (PNUD, 2006).

Pero ¿a qué se le llama desarrollo social? Se refiere a aquel que se determina en términos de acceso a otros bienes y servicios que mejoran las condiciones de vida de las personas en general (Durán D., 2007).

Según Durán (2007), la disminución de la pobreza se logra cuando existe una mejoría del desarrollo social en las regiones, y para las personas que tienen carencias en sus condiciones de vida.

#### **11.6.1. Desarrollo Humano**

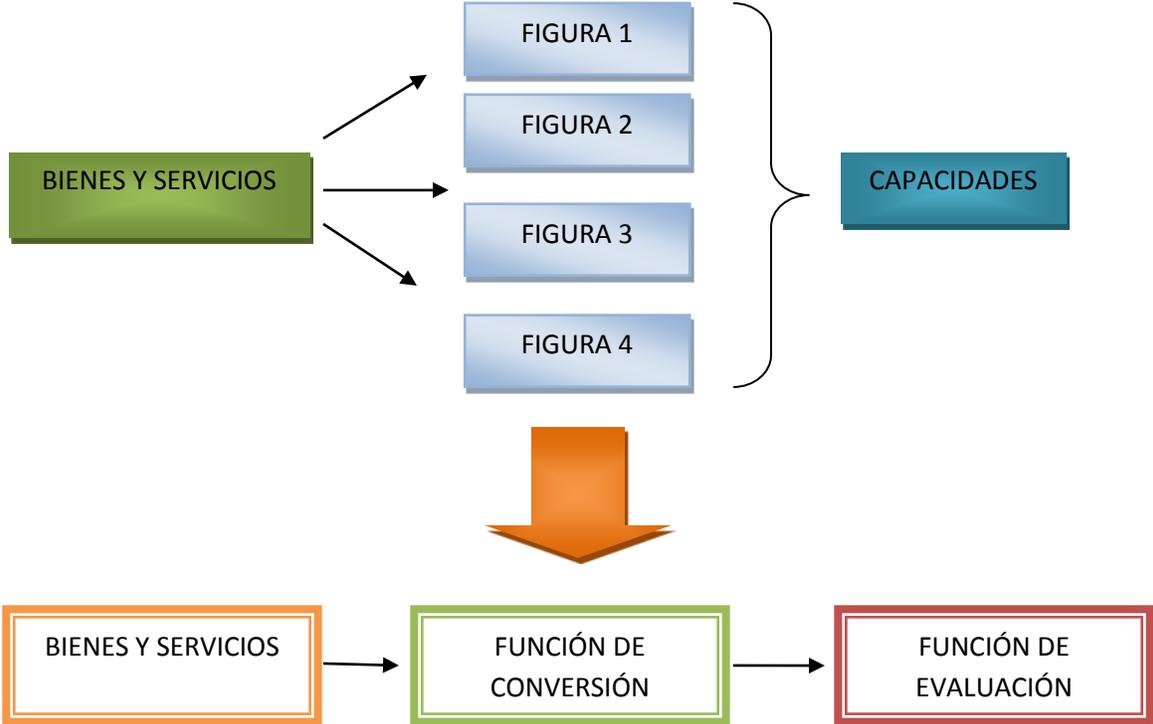
Según el PNUD, la utilización del IDH como indicador del nivel de desarrollo de una población se basa en la idea, de que si bien el crecimiento económico es una condición necesaria para explicar el grado de avance de un país, no constituye una condición suficiente (PNUD, 2003).

En otras palabras, y como ya se había comentado se acepta la idea de que crecimiento y desarrollo son conceptos relacionados, pero distintos. La implicación empírica de dicha posición no es trivial: los indicadores del producto per cápita, utilizados por muchos años como medidas del desarrollo de los países, son incompletos y no proporcionan toda la información deseada ya que en casos donde algunos países que tienen una posición relativamente aceptable si las comparaciones internacionales se realizan con base en su ingreso per cápita, resultan en posiciones inferiores cuando se incorporan otros indicadores. Existen también los casos opuestos, países cuya política social ha sido exitosa y brinda a la población acceso a servicios sociales que están por encima de lo que su nivel de ingreso podría permitirles.

Conceptualmente, la discusión sobre el desarrollo económico se retoma en base a la discusión sobre la importancia de la igualdad económica planteando una pregunta central:

¿cuál es la dimensión relevante para medir la desigualdad? El argumento central de estos trabajos se basa en la idea de que la medición del bienestar no debe derivarse de indicadores “ex-post”, como lo planteaban los filósofos utilitaristas clásicos al otorgar una importancia central al acceso a bienes y servicios. Sino en el carácter instrumental del acceso a bienes y servicios, concibiéndolos únicamente como un medio para poder alcanzar un plan de vida o una realización individual plena. Así, la medición del bienestar debería verse como un proceso con varios componentes: el acceso a bienes y servicios, una función de “conversión” de estos bienes y servicios en opciones reales de planes de vida y, por último, una función de “evaluación” que transforma la elección hecha en un nivel de satisfacción individual (ver figura 53) (PNUD, 2003).

Fig. 53. Bienes, funcionamientos y capacidades que explican el Desarrollo Humano.



Fuente: PNUD, (2003).

El conjunto de los “funcionamientos”, entendidos como las opciones reales disponibles para un individuo, se define como “capacidades”. Pensemos en un individuo que tiene acceso a un automóvil. De acuerdo con la visión propuesta, dicho automóvil no proporciona bienestar *per se*, sino que abre un conjunto de “funcionamientos” disponibles para dicho individuo. El acceso a ese bien le dota de un conjunto más amplio de capacidades: socializar, trabajar, disfrutar de momentos de recreación familiar, quizás participar en eventos políticos que, de otra manera, no le serían asequibles, mejorar su reputación social y, en consecuencia, su autoestima y su relación con la comunidad. De esta manera el individuo asignará un valor a cada uno de esos funcionamientos disponibles y evaluará la importancia de dicho conjunto de capacidades para su bienestar (PNUD, 2003).

La relación utilitarista que va directamente de mayor acceso a bienes a mayor nivel de utilidad se ve sustituida por una relación en la que el acceso a bienes abre un conjunto de capacidades, y son éstas las que impactan sobre el bienestar, es decir a mejorar las condiciones económicas, institucionales, cognitivas y sociales con las que cuenta el individuo para ejercer su elección. Ampliar dicho conjunto de opciones reales a disposición de los individuos, visualizando el acceso a bienes y servicios sólo como una parte del proceso, debería ser, según este enfoque, el objetivo último del desarrollo (PNUD, 2003).

Los funcionamientos básicos, que deben proveerse en igualdad a los individuos, se encuentran ciertos “bienes primarios” que incluyen no solamente aspectos materiales, sino aspectos institucionales, de participación política y de realización social.

La implementación empírica del enfoque de las capacidades se llevará a cabo a través de un índice que incorpora tres funcionamientos básicos: educación, salud y acceso a bienes y servicios mediante el ingreso. Existen variaciones de dicho índice, por ejemplo, las derivadas de corregir por equidad y por potenciación de género. De esta manera se incorporan a su cálculo otras dimensiones no incluidas en la medida convencional.

Derivado de lo anterior el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) promueve el concepto de desarrollo humano como el proceso de ampliación de las posibilidades de elegir de los individuos que tiene como objetivo expandir la gama de

oportunidades abiertas a las personas para vivir una vida saludable, creativa y con los medios adecuados para desenvolverse en su entorno social. En México, el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2001), retoma este concepto definiendo al desarrollo humano como un proceso continuo de ampliación de las capacidades y de las opciones de las personas para que puedan llevar a cabo el proyecto de vida que, por distintas razones, valoran. Este concepto enfatiza la noción de que el desarrollo no se explica únicamente con la condición humana (Feres & Mancero, 2013).

Es así que al hacer un recuento de las variables que han utilizado diferentes autores para explicar la Vulnerabilidad Agrícola ante el impacto del CC es una variable que se puede explicar a través de la Sensibilidad y la Capacidad de Adaptación (CA) de los diferentes actores que intervienen en este.

Al entender que el CC es una amenaza a los ecosistemas y al ser humano por tanto se trata de un problema de gestión de riesgo, donde se combina la Amenaza y la Vulnerabilidad, y si el riesgo se materializa ocurre un desastre y, por ello, se ha tratado de estimar cuál es el nivel crítico de riesgo ante el CC que se puede tolerar (Magaña R., 2010),

Como expone Magaña R., (2000), la amenaza es una fuente de peligro, por lo que se considera que el CC o la Variabilidad Climática ocurrida en los municipios de estudio para el cultivo del aguacate de temporales un factor que se encuentra directamente relacionado con el impacto hacia el producto y al ecosistema. Esta variable se mide con base a datos de temperaturas y precipitación obtenidos de por lo menos 30 años para que sustente validez.

En segunda instancia, se explica que la **CA** o resiliencia es la capacidad de resistir las presiones negativas y recuperarse del impacto (Santibáñez, *et. al* (2008) por parte de los actores que se encuentren dentro del proceso. En este sentido se entiende que estos se encuentran representados por los productores y la región en donde se realice la actividad agrícola.

La CA se explica en el hecho de que la capacidad de resistir y de recuperarse de un impacto radica en tres puntos principales: la dimensión social, el tipo de agricultura

desarrollada y la dimensión económica (Santibáñez, *et. al* (2008) de los productores y la región de estudio.

Es así como el concepto de Vulnerabilidad Agrícola se explica como un término multidisciplinar en donde cada actor que lo conforma tiene vital importancia para la conformación de una medición o explicación de las causales de un desastre en caso de un impacto.

## **CAPITULO II. METODOLOGÍA**

En este capítulo se establece el diseño metodológico y las técnicas de recolección de información que fueron establecidas para alcanzar el objetivo de estudio.

En este capítulo se describen tres diferentes enfoques metodológicos que se han tomado como base de medición de Vulnerabilidad Agrícola a nivel nacional e internacional, los cuales son el modelo Estructural, el modelo Espacial y el modelo de Vulnerabilidad Agrícola. A continuación se establece el modelo propuesto que se utilizará para la obtención de los valores de los indicadores y las variables.

## 12. MODELOS DE MEDICION DE LA VULNERABILIDAD AGRICOLA ANTE EL CC

En base a la revisión de la literatura, Ordaz *et al* (2010), propone que existen dos modelos de medición de vulnerabilidad agrícola según el alcance de cada trabajo de investigación: el modelo Estructural y modelo Espacial o Ricardiano.

### 12.1. Enfoque Estructural

Según Adams *et al* (1998), este modelo combina las respuestas biofísicas de los cultivos con las respuestas económicas de los agricultores. Una de sus principales características es que se basa en una función de producción empírica utilizando principalmente estudios que estiman los efectos biológicos del clima sobre el producto agrícola, es decir estudios de tipo fenológico<sup>4</sup>.

Bajo este método se estima la respuesta de los cultivos ante escenarios climáticos en que se especifiquen promedios anuales por décadas o datos con una frecuencia diaria para un cierto conjunto de atributos climáticos, más comúnmente, la temperatura y la precipitación. Una vez obtenidos los efectos estimados, se incorporan en modelos económicos del sector agrícola para simular cambios en la oferta de los cultivos y los precios del mercado. Con este enfoque se supone que agricultores y consumidores minimizan impactos o maximizan su bienestar en base a las restricciones climáticas impuestas en el modelo (Adams *et al* 1998).

Una de las principales ventajas que ofrece el modelo es el que permite obtener información detallada de las respuestas físicas, biológicas y económicas, así como los posibles ajustes que debe llevar a cabo el productor para resistir la variabilidad climática. Sin embargo, una

---

<sup>4</sup> La fenología es la ciencia que estudia los fenómenos biológicos que se presentan periódicamente acoplados a ritmos estacionales y que tienen relación con el clima y con el curso anual del tiempo atmosférico en un determinado lugar. Esta información es importante para los estudios del clima y para la descripción del año agrícola (GE, 2014).

de sus desventajas es que para estudios agregados se requieren múltiples inferencias para grandes áreas y sistemas diversos de producción a partir de cultivos (Ordaz et. al 2010).

Los primeros estudios que se conocen dentro de este enfoque son los realizados por Warrick (1984) y Terjung *et. al* (1984), en donde se concentran en las condiciones agroclimáticas del crecimiento de las plantas, los efectos en la producción regional de alimentos y los rendimientos económicos de dicha actividad, y en algunas implicaciones para la selección de cultivos, comercio internacional y políticas públicas.

Warrick (1984) en especial utiliza modelos de regresión, simulando incrementos en la temperatura similares a los ocurridos en la década de los años treinta, y concluye que la producción de los cultivos declinaría.

Otro de los estudios más representativos dentro del enfoque estructural es el de Easterling *et. al*, (1993) donde emplean datos sobre el clima para simular las probables temperaturas que se observarían en algunas regiones de los E.E.U.U. como consecuencia del CC. A partir de sus resultados, estos estudios muestran que en ausencia de modificaciones tecnológicas e incrementos en el CO<sub>2</sub>, el CC traerá como consecuencia reducciones importantes en la producción y con ello pérdidas económicas.

Por su parte, Darwin *et. al* (1995) evalúan los efectos del CC sobre la agricultura mundial con base en un modelo que considera interacciones entre el clima, el sector agrícola, los recursos de agua, la producción, el comercio y el consumo. Ellos encuentran que la producción mundial declinaría si el CC es suficientemente severo y si se obstaculiza la expansión de la tierra de cultivo, y que las pérdidas no serían homogéneas entre regiones. Es decir, mientras que en las regiones montañosas y del ártico se elevaría la cantidad de tierra cultivable, en las regiones tropicales decrecería la productividad agrícola ante una reducción en la humedad del suelo.

Más adelante se expande el análisis económico de los efectos del CC en la agricultura, al incluir un mayor número de adaptaciones a nivel de granja, sustituciones en los insumos y productos, efectos en los precios de los commodities, e impactos en el bienestar social (Ordaz *et. al*, 2010).

Estudios posteriores empezaron a incorporar como variable relevante la adaptación humana al CC. En ellos se expone el comportamiento gradual del CC y los diferentes mecanismos por los que los agricultores de las diferentes regiones se adaptan al clima observado, esto con la finalidad de tratar de mitigar sus efectos negativos. Sin embargo, aunque la inclusión de variables adaptativas de los agricultores en el análisis reduce la posibilidad de sobreestimar los aspectos negativos, sí podría subestimar los impactos benéficos del CC (Ordaz *et. al*, 2010).

Algunos trabajos que han utilizado este enfoque en México son los realizados por Conde, Ferrer y Liverman (2000); Magaña, Conde, Sánchez y Gay (1997); Monterroso, Conde y Gómez (2007); y Palma, Conde, Morales y Colorado (2007), entre otros. Algunos de ellos buscan exclusivamente los efectos fenológicos derivados de la variación climática respecto a algún producto (maíz y café principalmente), y algunos incluyen variables económicas, en donde los resultados convergen en una tendencia al decrecimiento de los principales alimentos.

### **12.1.1. Metodología del Enfoque Estructural**

Como se menciona anteriormente, este modelo se basa en una función de producción empírica para predecir los efectos del clima sobre los cultivos (Adams *et. al*, 1998). En teoría, “una función de producción es aquélla que relaciona las cantidades de factores que se requieren (X) y la forma en que se combinan para producir un bien determinado (Y)”.

$$Y = f(X) \tag{1}$$

Una función de producción agrícola (Q) se puede expresar con base en variables endógenas, exógenas y de variables que representan la habilidad o capacidad de los agricultores. Las variables endógenas (x) incluyen trabajo, capital, fertilizantes y otros

insumos. Las exógenas (z) comprenden variables climáticas. Las características de los agricultores (m) incluyen variables de capital humano<sup>5</sup>.

En términos formales, la función de producción agrícola se representa de la siguiente forma:

$$Q_t = f(m, z, x) \quad (2)$$

Donde:

$Q_t$  = Producción agropecuaria o el rendimiento por hectárea de un producto determinado; y el subíndice t indica el tiempo o el año considerado.

Así, la función de beneficios de un agricultor que produce n cultivos en el tiempo t se expresa de la forma:

$$P = \sum p_j Q_j(t, m_j, z_j, x_j) - \sum w_j x_j \quad j = 1, 2, \dots, n \text{ cultivos} \quad (3)$$

Donde:

$p_j$  = Precios del producto  $j$ ;

$w_j$  = Precios de los insumos del producto  $j$ .

Un supuesto subyacente en este enfoque es que los agricultores buscan maximizar sus beneficios y, por lo tanto, eligen aquella cantidad de insumos ( $X$ ) que se les permita, considerando como dadas a las variables exógenas como el clima. La cantidad óptima de insumos debe satisfacer la siguiente condición de primer orden en cada uno de los períodos considerados:

$$P_j = \frac{\partial Q}{\partial X_j} = w_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

---

<sup>5</sup> La OCDE lo define “el conocimiento que los individuos adquieren durante su vida y que usan para producir buenos servicios o ideas en el mercado o fuera de él” (OCDE, 1996, pág. 22). Cuyos indicadores se consideran sin ser restrictivos o limitativos al Índice de alfabetización, índice de años medios de estudios, tasa de fecundidad, nivel de capacitación, y el número de años de experiencia laboral, entre otros (INE, 2011, págs. 16-23)

En este sentido, el modelo estructural analiza los efectos del CC sobre la producción agropecuaria (a través de índices de producción) en cuatro grandes grupos: producción agropecuaria, producción de cultivos, producción de cereales y producción pecuaria. De esta forma y con objeto de realizar la estimación econométrica<sup>6</sup> de la ecuación (2) para cada uno de los índices de producción, es posible representar dicha función mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Agropecuaria} = f(\text{mit}, \text{zit}, \text{xit}), \quad i=1, \dots, N, \text{ países} \quad t=1, \dots, T \quad (5)$$

$$\text{Cultivos} = f(\text{mit}, \text{zit}, \text{xit}), \quad i=1, \dots, N, \text{ países} \quad t=1, \dots, T \quad (6)$$

$$\text{Cereales} = f(\text{mit}, \text{zit}, \text{xit}), \quad i=1, \dots, N, \text{ países} \quad t=1, \dots, T \quad (7)$$

$$\text{Pecuaria} = f(\text{mit}, \text{zit}, \text{xit}), \quad i=1, \dots, N, \text{ países} \quad t=1, \dots, T \quad (8)$$

A continuación se presenta un análisis de los efectos del CC sobre el rendimiento de productos agrícolas: (maíz y frijol, por ejemplo). Para estos cultivos, las ecuaciones a estimar se representan de la siguiente forma:

$$\text{Maíz} = f(\text{mit}, \text{zit}, \text{xit}) \quad i=1, \dots, N, \text{ países} \quad t=1, \dots, T \quad (9)$$

$$\text{Frijol} = f(\text{mit}, \text{zit}, \text{xit}) \quad i=1, \dots, N, \text{ países} \quad t=1, \dots, T \quad (10)$$

Para llevar a cabo la estimación del valor de la función de producción se elige, por lo general, una forma funcional cuadrática, con el fin de poder identificar los niveles a los que el clima (temperatura y precipitación) tiene efectos positivos o negativos sobre la producción. Una vez estimadas las funciones de producción, es posible calcular el impacto sobre las distintas variables dependientes (índices de producción o rendimientos de cultivos) ante las variaciones de uno o más factores, como podrían ser: temperatura y precipitación (Ordaz, Ramirez, Mora, Acosta, & Serna, 2010).

---

<sup>6</sup> Se entiende por estimación econométrica el valor obtenido a través del uso de un modelo matemático, estadístico, p de programación lineal para analizar, interpretar y/o hacer predicciones sobre un sistema económico. En este sentido para poder realizar un análisis de datos, el autor propone utilizar variables del sector primario durante un periodo establecido.

La estimación de la función de producción para el caso de los índices de producción se lleva a cabo utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). En el caso de la estimación sobre los rendimientos de los productos (maíz, frijol, etc.) se usa la metodología de efectos fijos, esto con el fin de explotar las ventajas que tienen las estimaciones basadas en datos de panel. En última instancia, el método de estimación para los datos de panel dependerá de las suposiciones que se tengan con respecto al parámetro de intersección, los coeficientes de las pendientes y el término de error (Ordaz *et. al*, 2010).

Una vez calculada la función de producción, se estima el impacto de las variaciones de uno o más factores, como temperatura, precipitación, niveles de Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), entre otros. De esta manera, se pueden obtener estimaciones de la producción o rendimiento máximo por cultivo y los valores óptimos de cada uno de los factores que determinan la producción o rendimiento de los cultivos (Ordaz *et. al*, 2010).

Si bien la función de producción con este enfoque no captura por completo la adaptación y estrategias de mitigación de los agricultores para enfrentar el CC, tiene la ventaja de arrojar resultados auténticos en términos de la relación entre rendimientos del cultivo y las condiciones climáticas. Además, tiene la ventaja de basarse en variables directamente observadas. Por ello su uso a sido de mucha utilidad al momento de estimar los cambios biológicos de los diferentes cultivos, y más aun de aquellos que representan una fuente importante para la vida de los agricultores (Ordaz *et. al*, 2010).

## **12.2. Enfoque Espacial o Ricardiano**

El segundo enfoque denominado Espacial o Ricardiano, busca estimar los efectos del CC en la agricultura con base en las diferencias observadas en los valores de la tierra, la producción agrícola y otros impactos climáticos relacionados entre regiones, utilizando métodos estadísticos o de programación para analizar cambios en los patrones espaciales de la producción (Molua & Lambi, 2007).

Los análisis de este enfoque se basan en modelos Ricardianos, modelos de Equilibrio General Computable (CGE, por sus siglas en inglés), modelos de Sistemas de Información Geográfica (SIG), entre otros (Ordaz *et. al*, 2010).

En el marco de un incremento esperado en la temperatura global, este enfoque busca identificar de qué manera aquellas regiones con climas más fríos podrían adaptarse a las prácticas seguidas en regiones más cálidas y sus implicaciones. Lo anterior se busca lograr mediante un análisis estadístico entre áreas geográficas, por el que se separan aquellos factores que explican las diferencias de producción entre regiones. Uno de los supuestos implícitos en este enfoque es que los agricultores estarán dispuestos y serán capaces de adoptar las prácticas y los cultivos prevalecientes en las regiones más cálidas (Ordaz, *et. al*, 2010).

Este enfoque busca estimar el impacto directo del CC con un elevado grado de desagregación (incluso a nivel granja) y tomar otras variables económicas que representen la calidad de la tierra. No obstante, los resultados dependen de que los datos disponibles sean representativos de las unidades consideradas y de la capacidad del análisis estadístico para aislar efectos propensos a confundirse (Ordaz *et. al*, 2010).

A diferencia del modelo estructural, los modelos espaciales asumen que los ajustes biológicos, físicos y económicos impuestos por el CC a plantas, cultivos y agricultores se realizarán de manera automática. Ello elimina la necesidad de modelar las conductas adaptativas de plantas, cultivos y agricultores para, con los resultados obtenidos, estimar en una segunda etapa los efectos del clima en la variable económica de interés de cierto tipo de cultivo. Sin embargo, estos modelos sólo consideran aquellas variables de conductas adaptativas que se refieren al largo plazo y no a las relacionadas con impactos de ajuste en el corto y mediano plazos (Ordaz, *et. al*, 2010).

Este modelo se basa en la teoría de que, en mercados competitivos, el valor de la tierra representa el valor presente de los ingresos netos esperados derivado del uso eficiente de la tierra. Por medio de técnicas de regresión, el modelo Espacial o Ricardiano estima los efectos de variaciones en el clima y factores económicos y no económicos en el valor de la tierra agrícola, con información desagregada a cierto detalle (Ordaz *et. al*, 2010).

Schlenker, *et. al* (2006), con base en información de diferentes condados de los E.E.U.U., analizan el impacto del calentamiento global en la agricultura. Emplean como variables independientes medidas climáticas, características del suelo y condiciones

socioeconómicas. Sus resultados muestran de moderadas ganancias a grandes pérdidas para los condados que analizan.

Molua *et al.* (2007) emplean un enfoque Ricardiano para medir la relación entre el clima y la ganancia neta de los cultivos con base en información de 800 granjas agrícolas de Camerún. Concluyen que la ganancia neta disminuye a medida que la precipitación decrece y la temperatura aumenta.

Con una muestra de 2003 granjas en siete países sudamericanos, Mendelsohn y Seo (2007) encuentran evidencia empírica de que el valor de la tierra es sensible a cambios climáticos. Incrementos en la temperatura tienen efectos negativos en el valor de la tierra, mientras que una mayor precipitación tiende a elevar el flujo de ingresos futuros de los productores. Sus resultados muestran que, en un escenario climático bastante severo, el valor de la tierra disminuirá 30 % para el 2100. Dichos resultados también indican que el cambio climático tendrá efectos, no sólo en el flujo esperado de ingresos, sino también en el tipo de actividad productiva (producción agrícola vs producción pecuaria) y tipo de irrigación (riego vs temporal) que los productores adoptarán.

Cline (2007) hace una comparación de los resultados obtenidos usando una combinación ambos modelos (estructural y espacial). Al combinar dichos resultados, el autor obtuvo que la producción agrícola global podría sufrir una caída de 16 % para 2080. En concordancia con Mendelsohn, Dinar y Sanghi (2001), los mayores efectos recaerán en países en vías de desarrollo, con pérdidas de alrededor del 25 %, mientras que para países industrializados la pérdida estimada es de sólo 6 %.

Los resultados obtenidos bajo el uso de este modelo independientemente del nivel regional usado para los diferentes estudios, muestran estimaciones de cómo el CC podría afectar los mercados agrícolas y los insumos. Los resultados predicen de pequeñas a grandes reducciones en la producción de cultivos, pero también posibles ganancias netas en el bienestar del agricultor, una vez adaptado al cambio, así como mayores precios de los cultivos y los efectos del CO<sub>2</sub> en el crecimiento de los cultivos. No obstante, Darwin *et. al* (1995), expone que existen dos limitaciones importantes que los estudios a nivel país/región no consideran: i) los efectos del CC en otras regiones (pues asumen que el

clima fuera del área de estudio se mantiene constante), y ii) el papel del comercio mundial en diseminar los efectos entre las distintas regiones.

Por otra parte, si bien el uso de modelos CGE tienen la ventaja de tomar los precios como endógenos, esto lo hacen a costa de agregaciones muy drásticas, en las que los diversos sectores espaciales o económicos están caracterizados por una empresa o granja representativa (Schlenker, Hanemann, & Fisher, 2006).

Entre los estudios basados en CGE, destaca el de Rosenzweig y Parry (1994), quienes examinaron los efectos del CC en la producción mundial de cereal y la distribución de dichos impactos entre los países desarrollados y en desarrollo para el año 2060.

De esta manera se puede concluir que el modelo de la función de producción permite identificar los umbrales de temperatura y precipitación a partir de los cuales los efectos pueden ser benéficos o perjudiciales. Dentro de sus limitaciones están que puede sobrestimar los efectos negativos del clima y que no considera posibles adaptaciones al cambio climático. Entre sus ventajas permite corregir los posibles sesgos de sobrestimación de la función de producción. Además, al medir directamente los precios agrícolas considera los impactos directos del clima en los diferentes cultivos, así como la sustitución de diferentes insumos, la introducción de diferentes actividades y otras adaptaciones potenciales a climas distintos (Passel, Massetti, & Mendelsohn, 2008).

También, permite analizar cómo los agricultores tienen la posibilidad de responder a futuros cambios en el clima mediante la búsqueda de una mayor renta de la tierra (diferentes usos de la tierra). Entre sus desventajas se tiene que no permite conocer los efectos sobre cultivos específicos ni permite identificar umbrales a partir de los cuales el clima puede afectar positiva o negativamente (Ordaz *et. al*, 2010).

### **12.2.1. Metodología del Modelo Espacial o Ricardiano**

El modelo Ricardiano fue desarrollado para explicar la variación del valor de la tierra entre diferentes zonas climáticas (Meldensohn & Nordhaus, 1999), en donde se utiliza un análisis

de sección cruzada aplicado en el estudio de los efectos del cambio climático en la productividad agrícola. Debe su nombre a David Ricardo, quien hizo la observación de que el valor de la tierra muestra su productividad neta por el ingreso neto de la tierra ( $\pi$ ). Se asume que los productores agrícolas maximizan el ingreso neto ( $\pi$ ) dado por la siguiente ecuación:

$$\pi = \sum p_i Q_i(m, z, x) - \sum w_x x \quad (11)$$

Donde:

$p_i$ = precio de mercado del cultivo  $i$

$x$ = vector de insumos

$w_x$ = vector de precios de los insumos

$z$ = vector de variables climáticas; y

$m$ = vector de otras variables que afectan la producción del cultivo  $i$ .

Los productores eligen ( $x$ ) para maximizar el ingreso neto de cada cultivo, dadas las características intrínsecas a la unidad de producción (temperatura, precipitación, tipo de suelo, acceso a mercados, entre otros) y el precio de mercado de los productos. La función óptima resultante es:

$$\pi^* = f(p_i, m, z, w_x) \quad (12)$$

El modelo Ricardiano utiliza la especificación anterior para determinar la manera en que variables exógenas contenidas en ( $z$  y  $m$ ) afectan la productividad neta de la tierra. El valor de la tierra (LV) es entonces el valor presente del flujo de ingresos netos:

$$LV = \int_0^{\infty} \pi^o \cdot e^{-rt} dt \quad (13)$$

Donde:

$r$  = tasa de interés del mercado.

Otro ejemplo de este modelo puede estimarse de la siguiente forma:

$$LV = \beta_0 + \beta_1 \cdot T + \beta_2 \cdot T^2 + \beta_3 \cdot P + \beta_4 \cdot P^2 + \beta_5 T \cdot P + \sum_x \lambda_j \cdot m_j + e \quad (14)$$

Donde:

$LV$  = Valor de la tierra por hectárea

$T$  y  $P$  = temperatura y precipitación, respectivamente

$m$  = variables socioeconómicas relevantes

$\beta_k$  y  $\lambda_j$  = parámetros a ser estimados

$e$  = término de error

Los términos cuadráticos reflejan que la respuesta del valor de la tierra, dada a través de la función Ricardiana ( $LV$ ), a cambios en variables climáticas puede ser no lineal.

De esta manera el cambio en el valor de la tierra como resultado del cambio de escenario climático C0 a C1 está dado por:

$$\Delta LV = LV(C1) - LV(C0) \quad (15)$$

Una vez estimada la relación funcional del  $LV$  y las variables climáticas, basta evaluar la función Ricardiana en uno y otro escenario climático para obtener el monto monetario por el cual el  $LV$ , o flujo neto de ingresos, será afectado. Si  $\Delta LV < 0$ , hay evidencias de efectos negativos del cambio climático en la rentabilidad agrícola.

Las principales críticas al modelo Ricardiano radican en el uso de la estática comparada<sup>7</sup>. Lo cual se puede observar en la ecuación (15), ya que el resultado se basa en el supuesto de que el resto de las variables explicativas (por ejemplo, sociodemográficas) no cambian entre los escenarios C0 y C1. Se asume, por ejemplo, que cualquier cambio en los niveles de educación entre  $t = 0$  y  $t = 1$  no tendrá efectos en la productividad de la tierra. Se ha señalado también la falta de inclusión de las modificaciones en los precios agrícolas.

---

<sup>7</sup> El modelo se basa en el supuesto de que el sistema al sufrir un cambio climático, el  $LV$  solo se deberá a este hecho, y el resto de las variables sociales y económicas se mantienen estáticas a lo largo de un periodo.

Finalmente, el modelo de análisis Ricardiano tampoco incluye medidas por parte de los productores con relación al costo de adaptación al cambio climático en diferentes niveles de sensibilidad. Con lo cual se obtendría un resultado más interdisciplinario, en donde el efecto anual de un cambio marginal de la variable climática en cuestión es la suma de los efectos marginales de dicha variable en cada estación del año.

La búsqueda de un modelo que incluyera la sensibilidad y las capacidades de cada una de las regiones y de los agricultores, llevó al hecho de incluir variables que logran que las predicciones tuvieran un acercamiento a la sociedad en donde se realiza la actividad agrícola dentro de escenarios de CC. Lo cual se muestra a continuación.

### **12.3. Modelo de Vulnerabilidad Agrícola**

El enfoque más actualizado y utilizado por diversos autores es el de Vulnerabilidad. Este enfoque establece un modelo de medición de vulnerabilidad de los sistemas que conforman una región en presencia de una situación peligrosa denominada para este caso CC.

En este enfoque dependiendo del alcance de la investigación, se utilizan modelos estructurales o espaciales para estimar una variabilidad climática, y el resultado se integra a un sistema social, a un sistema económico y a las características productivas en las cuales se lleva a cabo la producción de uno o varios productos. En el entendido que la afectación de un sistema agrícola por una variable ambiental, afectaría no solo el ingreso de una economía, sino un sistema mucho más complejo donde existen limitaciones y características geográficas, productivas, de infraestructura, salud, entre otros.

Algunos de los autores que han tomado este modelo para estudios en Centroamérica y México son Ordaz et al, (2010), Santibáñez, et al (2008), y el Gobierno de la República (2012).

Para explicar tanto la teoría de este enfoque como la metodología, es importante hacer mención que ambos temas se abordarán dentro de la explicación que se hace de cada caso. Esto en el sentido de proveer la información necesaria para la comprensión de ésta.

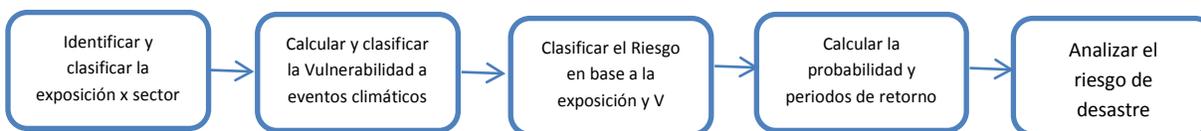
### 12.3.1. Modelo de Vulnerabilidad del Gobierno de la República

El Gobierno de la República (2012) Mexicana establece un modelo en donde se estima y clasifica la vulnerabilidad agrícola a eventos climáticos del país en un desagregado a nivel municipal. Esta evidencia provee información importante en un nivel regional que no se había realizado anteriormente.

Este modelo consiste en establecer el nivel de Riesgo<sup>8</sup> en el que se encuentran los participantes del sector primario (agricultura, pesca, y ganadería) con base en la exposición y vulnerabilidad de cada municipio. Después se estima la probabilidad y los periodos de retorno de eventos climáticos extremos sucedidos en la región.

A continuación se muestra el proceso metodológico:

Fig. 54. Esquema del modelo de Vulnerabilidad Agrícola del Gobierno de la República Mexicana.



Fuente: Gobierno de la República, (2012).

Tal como se muestra, en primera instancia se identifica la exposición del sector en estudio. Esto consiste en analizar valores referentes a población y vivienda, valor de la producción agropecuaria y presencia de infraestructura estratégica, tanto social como económica. Además se incluye el valor total en el municipio de habitantes y viviendas, valor de la producción agrícola, valor de la producción pecuaria y la presencia de infraestructura estratégica como son aeropuertos, plataformas, puertos, kilómetros de carretera federal, unidades médicas, planteles educativos, cuartos de hospedaje, y centrales de abasto. Habiendo obtenido el valor, se establece una ponderación que permita clasificar la exposición del sector ante un evento.

<sup>8</sup> El riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad (UNISDR, 2009, pág. 29).

En segundo lugar se estima la variabilidad climática utilizando datos estimados a partir de proyecciones 15 modelos globales de circulación general (MCG) para determinar las proyecciones de temperatura y precipitación en función de forzamiento radiativo<sup>9</sup>, para los periodos de tiempo 2015-2039 y 2075-2099, en una escala de 50 x 50 km., de:

- Precipitación promedio mensual, medida en milímetros promedio diarios.
- Temperatura máxima mensual, medida en grados centígrados.
- Temperatura promedio mensual, medida en grados centígrados.
- Temperatura mínima mensual, medida en grados centígrados.

Este modelo maneja los incrementos de la temperatura y la disminución en la precipitación además de incorporar el número de eventos de ciclones tropicales, número de heladas y el Niño<sup>10</sup> o la Niña. Por otra parte estima el número de impactos en el entorno físico como las sequías, inundaciones, deslaves e impactos costeros y biodiversidad; así como los impactos en el entorno socioeconómico como la reducción de rendimientos agropecuarios, transmisión de enfermedades y ondas de calor.

En tercer lugar, se evalúa la vulnerabilidad, donde se considera como valor el Índice de Vulnerabilidad Social<sup>11</sup> calculado por el CENAPRED (2006) y se definen índices propios

---

<sup>9</sup> Forzamiento radiativo es el cambio en el flujo neto de energía radiativa hacia la superficie de la tierra, en 2007, el nivel de forzamiento radiativo fue de  $1.6 \pm 0.8 \text{ W/m}^2$ , (GreenFacts, 2014).

<sup>10</sup> El Niño forma parte del fenómeno conocido como El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y se refiere a temperaturas oceánicas por encima del promedio a lo largo de las costas de Ecuador, Perú y el norte de Chile, así como a lo largo de la zona ecuatorial del Pacífico oriental, mientras que La Niña se refiere a circunstancias opuestas en las que se producen temperaturas oceánicas por debajo del promedio. La Oscilación del Sur se refiere a cambios en los patrones mundiales de la presión atmosférica relacionados con los cambios en los patrones meteorológicos experimentados en diferentes partes del mundo. El ENOS es definido por el CIIFEN-Centro Internacional de Investigación del fenómeno El Niño como un fenómeno oceánico-atmosférico que consiste en la interacción del enfriamiento y del calentamiento anormal de las aguas superficiales del Océano Pacífico tropical con la atmósfera circundante. El ENOS consta, entre otros, de dos fenómenos oceánicos principales: el calentamiento atípico de las aguas tropicales del Océano Pacífico, llamado popularmente fenómeno de El Niño, y, por otro lado, el enfriamiento atípico de las mismas aguas, fenómeno conocido como La Niña (UNISDR, 2009, págs. 14-15).

<sup>11</sup> La vulnerabilidad social ante los desastres naturales se define como una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre. Lo que requiere además de indicadores socioeconómicos conocer la capacidad de prevención y respuesta institucional así como la percepción local del riesgo de la población (Kuroiwa, 2009, pág. 35)

como el Índice de Vulnerabilidad Sectorial, el cual a su vez se conforma por tres índices: Índice de VA por Temperatura, Índice de VA por Precipitación, Índice de Vulnerabilidad Pecuaria y el Índice de Vulnerabilidad en Salud (CENAPRED, 2006).

Para el índice de Vulnerabilidad Social se utilizan como indicadores del municipio como las condiciones sociales y económicas, la capacidad de prevención y respuesta y la percepción local del riesgo. Mientras que para el Índice de Vulnerabilidad Sectorial se utilizan tres índices: Índice de Vulnerabilidad Agrícola (VA) a la Precipitación, Índice de VA a la Temperatura, Índice de Vulnerabilidad Pecuaria y el Índice de Vulnerabilidad en Salud (CENAPRED, 2006).

a) Vulnerabilidad Sectorial

i. Índice de Vulnerabilidad Agrícola por Temperatura.

En este el cual se toma en cuenta la temperatura máxima y la precipitación de resistencia del cultivo (Gobierno de la Republica, 2012).

$$IT = 1 + \frac{\text{temperatura promedio PV} - \text{temperatura óptima máxima}}{\text{temperatura promedio PV}} \quad (16)$$

Donde:

PV= es la temporada primavera-verano.

ii. Índice de Vulnerabilidad Agrícola por Precipitación.

$$Ip = 1 + \frac{\text{Precipitación promedio PV} - \text{precipitación óptima máxima}}{\text{precipitación promedio PV}} \quad (17)$$

Donde:

PV= es la temporada primavera-verano.

### iii. Índice de la Vulnerabilidad de Salud

Para establecer la clasificación, se determina un municipio de referencia con vulnerabilidad alta. Los municipios con un índice de vulnerabilidad mayor al municipio de referencia se clasifican como grado de vulnerabilidad alta. El municipio de referencia cumple con las siguientes características (Gobierno de la Republica, 2012):

- Población en riesgo = 20%7
- Personal de salud por cada mil habitantes = 2.289
- Enfermeras y parteras por médico = 1.317
- Médicos de salud mínimos por cada 1000 habitantes = 0.987

### b) Índice de Vulnerabilidad Social

Este índice lo calcula CENAPRED tomando en cuenta elementos de 5 sectores distintos: salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población. Para su clasificación, se tomaron los grados determinados por CENAPRED de “alto” y “muy alto” como vulnerabilidad alta (CENAPRED, 2006).

### c) Nivel de Riesgo

Por último, para calcular el Riesgo del sector de un municipio ante los eventos climáticos, se hace una identificación de la exposición y una valoración de su vulnerabilidad ante dichos eventos. Con estos elementos, se procede a analizar los datos históricos, los cuales se proyectan para determinar probabilidades de ocurrencia de estos eventos (CENAPRED, 2006).

El modelo de Vulnerabilidad que expone el Gobierno de la República, muestra que la sensibilidad se mide a través de una variedad de factores sectoriales, sociales y económicos, que al interactuar con el impacto representado por la variabilidad climática, genera un valor que estima la vulnerabilidad global del sector (es) de los diferentes municipios en base a la información social y económica que la caracteriza.

Las ventajas son que se logra conocer un dato de vulnerabilidad en un valor desagregado municipal. Sin embargo una de las grandes debilidades es la disponibilidad y calidad de datos de la desagregación regional que se busque estudiar.

A continuación se muestra un modelo en donde el valor agregado se mide en base a la capacidad de adaptación de los sistemas que conforman un rubro o una región.

### **12.3.2. Modelo de Vulnerabilidad Agrícola de Santibáñez**

En este modelo el autor propone la determinación de la VA a través de una serie de variables que determinan la capacidad de los predios de absorber y adaptarse ante un evento climático de cambio tratado como un problema de gestión del riesgo. Dentro del conjunto de variables están las intrínsecas al predio, como el tamaño de la propiedad, uso del suelo, acceso al agua de riego, capital e infraestructura productiva, grado de capacitación de los agricultores, actitud frente al cambio y potencial productivo del predio. Además propone la aplicación de variables externas al predio, tales como infraestructura de comunicaciones, dinámica de mercados, financiamiento, existencia de instrumentos de fomento, y calidad y cantidad de mano de obra.

Para Santibáñez, *et. al* (2008), la vulnerabilidad depende, de la capacidad de adaptación de una población a un nuevo escenario y de su resiliencia (capacidad de absorción), es decir, de la capacidad de ésta para restituir las funciones alteradas por los nuevos escenarios climáticos. Ambos conceptos dependen básicamente de factores como disponibilidad de recursos, tecnología, la existencia de mercados, de conocimientos, aspectos culturales y la variedad de opciones que ofrece el potencial productivo de los recursos naturales.

La vulnerabilidad agrícola el autor la define como “*la vulnerabilidad global resultado de la integración de criterios físicos (impactos climáticos sobre la productividad) y criterios sociales (nivel educacional, acceso a la tecnología, capital disponible, entre otros)*” (Santibáñez, *et. al*, 2008).

A su vez, establece que el verdadero impacto se observará a través de la medición de la capacidad de adaptación, la cual la clasifica en tres dimensiones, la dimensión social, que está asociada al nivel educacional y calidad de vida de la población. El sistema productivo, el cual tiene relación con las características asociadas al tipo de agricultura desarrollada, como por ejemplo, tenencia de la tierra, sistemas de riego y uso de capital, siendo más vulnerables los sistemas de pequeños propietarios, de temporal y bajo uso de tecnología. Y la tercera es la dimensión es la económica, que está asociada al nivel de riesgo que tienen los distintos rubros agrícolas. Entrega una medida del capital que se está arriesgando. Los sistemas agrícolas altamente tecnificados, que requieren mucha inversión, como los frutales, son más vulnerables desde una perspectiva económica (Santibáñez, *et. al*, 2008).

En síntesis, para evaluar el impacto se consideraron diferentes variables que representan estimaciones directas o indirectas de las dimensiones anteriores (Santibáñez, *et. al*, 2008):

- *Sensibilidad* de los cambios climáticos sobre la productividad de los cultivos (cambios porcentuales en los rendimientos ponderados por la superficie expuesta).
- *Factores de adaptación*, lo que están en relación con los tipos de agricultura dominantes, la superficie cultivada, tipo y tamaño de tenencia de la tierra, superficie de riego, total de población urbana y rural y grado de intensificación de la agricultura. Así, para cada una de estas variables se genera un índice que representa la situación de cada sector con respecto a la variable en cuestión.

Este método le proporciona la libertad del uso de modelos de gran escala o baja escala para la medición de la variabilidad climática y al mismo tiempo establece un lineamiento para la medición de la sensibilidad del CC y los factores de adaptación. Cuya metodología se muestra a continuación (Santibáñez, *et al*, 2008):

- a) Componentes de la Vulnerabilidad Agrícola (VA)
  - i) Vulnerabilidad del Sistema Productivo (VSP).

Para medir la VSP, éste se estimará a través de dos índices que son el Índice de balance de disponibilidad de agua riego/temporal (IRT), del Índice del uso de la tecnología en la agricultura (UTA) e Índice de la fragmentación de la tenencia de la tierra (FT).

(1) Índice del Balance de Disponibilidad de Agua Riego/temporal (IRT)

Con este índice se busca clasificar a los municipios y/o regiones de acuerdo a la fracción de la tierra cultivable que está bajo la condición de temporal y, por lo tanto, más vulnerable a las variaciones del clima. Así, un municipio en donde se presenta esa condición en forma predominante, será más inestable frente a un cambio climático, especialmente relacionada con cambios en el régimen de precipitaciones. Por ende, presenta un índice con un valor cercano a la unidad. Contrariamente, municipios donde la superficie cultivable está principalmente bajo una condición de riego, deberían presentar un riesgo menor y por tanto el índice adopta un valor cercano a cero.

$$IRT = STEMP / ST \quad (18)$$

Donde:

STEMP= Superficie de cultivos de temporal

ST= Superficie total cultivada

(2) Índice de Uso de Tecnología de la Agricultura (UTA)

Este índice interpreta el grado de intensificación que presenta la agricultura en una comuna tomando en cuenta el tipo de agricultura que presenta y su superficie. Considera para este rubro el uso de la tecnología (UTA) requerida. Estas características se pueden estimar de manera indirecta a través del índice de especialización (EP) del cultivo. La EP representa una aproximación de utilidad, en tanto constituye una relación entre la superficie cosechada y los rendimientos físicos de los cultivos en las regiones de un país a dos escalas espaciales, generalmente regional y nacional, o local y regional, durante uno o varios períodos. Desde esta perspectiva, un problema abordado en este análisis fue la comparación temporal de la EP regional respecto a un patrón espacial de referencia en el período considerado, con el objeto de evaluar sus cambios en el tiempo y las regiones (López, R., Mora, & Tovar, 2010).

La especialización productiva (EP) se define como una derivación ampliada, en términos espaciales, de la identidad ( $p=s*r$ ); es decir, la producción ( $p$ ) como producto de la

superficie (s) que ocupa un cultivo y los rendimientos (r) que genera en dicha superficie en una determinada región. En este sentido, el indicador de especialización productiva combina un índice de concentración territorial ( $C_{ij}$ ) y un índice de rendimiento físico ( $R_{ij}$ ) de un rubro particular en un territorio determinado.  $C_{ij}$  es un índice adaptado a la geografía agrícola, a partir del conocido cociente de localización de Florence, y  $R_{ij}$  es un índice de relación entre los rendimientos físicos regionales y nacionales del rubro bajo consideración, como se recoge en la fórmula siguiente (López *et. al*, 2010):

$$EP = \frac{S_{ij} / \sum_{j=1}^m S_{ij}}{\sum_{i=1}^n S_{ij} / \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n S_{ij}} \times \frac{P_{ij} / S_{ij}}{\sum_{j=1}^m P_{ij} / \sum_{j=1}^m S_{ij}} \quad (19)$$

$$EP = C_{ij} * R_{ij} \quad (20)$$

Donde:

$EP$  = Especialización productiva

$i$  = 1,2, 3, ... n (cultivos)

$j$ : 1, 2, 3, ... n (regiones)

$S_{ij}$ : Superficie del cultivo  $i$  en la región  $j$ .

$P_{ij}$ : Producción del cultivo  $i$  en la región  $j$ .

$C_{ij}$ : índice de concentración del cultivo  $i$  en la región  $j$ .

$R_{ij}$ : índice del rendimiento del cultivo  $i$  en la región  $j$ .

La interpretación del indicador toma como referencia el valor unitario. Si  $EP > 1,00$  la especialización productiva del cultivo en la región sería mayor que la correspondiente a una distribución espacialmente uniforme de la especialización del cultivo en el país. Si  $EP < 1,00$  sucedería lo contrario; y, cuando fuese igual a la unidad, sería teóricamente idéntica a la especialización del rubro en el país. La EP posibilita de este modo que el significado del

cultivo sea interpretado en términos geográficos, pues la comparación espacial interviene como referencia clave en su grado de especialización (López *et. al.*, 2010).

### (3) Índice de Fragmentación de la Tenencia de la Tierra (FT)

En éste se divide la tenencia de la tierra por tamaño de las explotaciones y el número de éstas, se obtiene el tipo de propietarios (pequeño, mediano y grande) que son dominantes en las distintas comunas. Así, una comuna en donde la tenencia de la tierra es mayoritariamente de pequeños agricultores, el índice ( $kn$ ) tiene asociado un valor cercano a uno, en cambio en una situación comunal opuesta, es decir, en donde la tenencia de la tierra se asocia a grandes propietarios, el índice adopta un valor cercano a cero. De esta manera el índice considera más susceptibles a un cambio climático negativo para la agricultura a las comunas en donde domina el tipo de tenencia de pequeños agricultores.

$$FT = (k1 * ST1 + k2 * ST2 + k3 * ST3 + k4 * ST4 + k5 * ST5) / ST \quad (21)$$

Donde:

ST $n$  = Superficie comunal ocupada por el estrato de tenencia “ $n$ ”.

ST = Superficie total comunal (descontadas las áreas protegidas y no sometidas a régimen de tenencia privada).

Como resultado de la integración de los diferentes índices mencionados, se establece el Índice de Vulnerabilidad del Sistema de Producción (VSP) como el promedio de los dos índices calculados.

$$VSP = (IRT + UTA + FT) / 3 \quad (22)$$

## ii) Vulnerabilidad del Sistema Social Agrícola (VSS)

### (1) Índice de Ruralidad (IRU)

Este índice corresponde a la fracción de la población rural (PRUR) con respecto a la población total (PTOT) de una comuna. Así, en las comunas en donde la población mayoritaria es clasificada como rural el índice se acerca a uno y en cambio, las comunas con dominio urbano son representadas por valores cercanos a cero. De esta forma se está considerando a una comuna más sensible o vulnerable a aquella en donde la población no se desarrolla en centros urbanos, sino más bien en un ámbito rural asociable al sector silvoagropecuario.

$$RU = PRUR / PTOT \quad (23)$$

La clasificación de las comunas según el total de población rural respecto a la comuna con mayor número de habitantes rurales entrega un índice que permite relacionar la influencia de la población rural de una comuna con respecto al total nacional. Esto permite, junto con el Índice de Ruralidad, identificar las comunas esencialmente rurales y la magnitud absoluta de esta ruralidad. Considerando que hay unas pocas comunas que exhiben una población rural muy alta, pero que la mayoría está por debajo de las 10.000 personas, se ha tomado esta cifra como referencia para la normalización del índice.

## (2) Índice de Desarrollo Humano (IDH)

Este índice representa una aproximación a la medición de los niveles de desarrollo humano de las personas en los distintos países. Reúne las siguientes dimensiones: nivel educacional, longevidad y nivel de vida, dándole a cada una la misma importancia (PNUD, 1998).

El IDH es una medida de logro en desarrollo humano. Mide los adelantos medios de un país en tres aspectos básicos del desarrollo humano (Santibáñez, *et. al*, (2008):

- Una vida larga y saludable, medida por la esperanza de vida al nacer (indicador de salud).
- Conocimientos, medidos por la tasa de alfabetización de adultos y la tasa bruta de matriculación combinada en educación primaria, secundaria y terciaria (indicador de educación).

- Un nivel de vida decoroso, medido por el PIB per cápita (en dólares estadounidenses PPC, indicador de ingreso).

Finalmente, el índice de VSS queda expresado de la siguiente manera:

$$VSS = \frac{((IRU) + (1 - IDH)) * (Superficie cultivada)}{2} \quad (24)$$

2

Donde:

VSS = Índice de Vulnerabilidad del Sistema Social.

IRU = Índice de ruralidad

### iii) Vulnerabilidad del Sistema Económico.

Para este cálculo se considera el capital invertido como insumos y tecnologías para cada rubro (UCT) y la vinculación con el mercado externo (VME) (Santibáñez, et. al, 2008).

#### (1) Índice de uso de tecnología en la agricultura (UCT)

Desde un punto de vista económico, en este caso los rubros más tecnificados y que representan a la agricultura más "industrial" (caso de los frutales y viñas) tienen un mayor nivel de riesgo ante escenarios desfavorables, debido al capital invertido en ellos. El factor disminuye gradualmente hacia los rubros menos intensivos y más tradicionales, debido al menor capital invertido en estos rubros, siendo el caso del aguacate de temporal.

#### (2) Vinculación al mercado externo (VME)

Los rubros de frutales y vides tienen un fuerte impacto sobre la capacidad exportadora del país. Por otra parte, los rubros de cereales implican una amenaza para el abastecimiento interno de materias primas. En el segundo caso existen más opciones para reabastecer los mercados internos. Los mayores valores de este factor, indicando mayor vulnerabilidad económica, corresponden al caso de los rubros más tecnificados y que representan a la

agricultura más "industrial" y vinculada a mercados de exportación (caso de los frutales, viñas). El factor disminuirá gradualmente hacia los rubros menos intensivos y más tradicionales.

La medición de la VSE entonces quedará de la siguiente manera:

$$VSE = \frac{(UCT + VME) * Superficie Cultivada}{2} \quad (25)$$

## 2) La Vulnerabilidad Agrícola (VA)

Finalmente el cálculo de la VA en base a lo anterior queda expresado bajo tres dimensiones (Santibáñez et al, 2008):

$$VA = (VSP, VSS, VSE) \quad (26)$$

Donde:

VSP = Índice de Vulnerabilidad del Sistema Productivo.

VSS = Índice de Vulnerabilidad del Sistema Social.

VSE = Índice de Vulnerabilidad del Sistema Económico.

### 12.4. Diseño Metodológico

En base a la información anterior, el alcance de la investigación y la disponibilidad de datos en las diferentes instituciones gubernamentales, se propone un modelo que a continuación se expone.

El problema de investigación:

“La producción de aguacate de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán podría presentar vulnerabilidad ante el impacto del cambio climático”.

En este sentido, la VA se basa en la siguiente función:

La vulnerabilidad agrícola en la producción de aguacate de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán = f (Amenaza del cambio climático en los cuatro municipios y su sensibilidad ante el cambio climático).

Para ello, la medición de la VA, se dividirá en tres factores:

1. Amenaza del CC en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan del estado de Michoacán.
2. Sensibilidad ante el CC del cultivo de aguacate de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan del estado de Michoacán
3. Capacidad adaptativa de los municipios en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan del estado de Michoacán del sistema productivo, sistema social y sistema económico.

De esta forma la vulnerabilidad se manejará a través del cálculo de un índice de vulnerabilidad total en donde convergerán los indicadores del modelo de la amenaza, la sensibilidad (Santibañez Q., Santibañez, V., & Solis, 2008) y la capacidad adaptativa.

## **12.5. Instrumentos de Medición**

### **12.5.1. Modelo de Vulnerabilidad Agrícola ante el Cambio Climático**

La vulnerabilidad agrícola en base a sus características y amplitud teórica del concepto se dividirá en tres partes:

1. La variabilidad climática el cual se medirá a través del modelo de Rosengaus *et al.*, (2007). Realizando una serie de tendencias lineales mensuales con la serie de datos anuales disponibles.
2. La sensibilidad de los cambios climáticos sobre la productividad del a través de la medición de los cambios porcentuales en los rendimientos ponderados por la

superficie expuesta. Utilizando el método de la función de producción usando un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) (Adams, *et. al*, 1999).

3. Capacidad de adaptación. Midiendo tanto la resiliencia como los factores de adaptación justificado de acuerdo al modelo trifactorial de Santibañez et al. (2008). Estos factores se tomarán en cuenta aquellos en relación con los tipos de agricultura dominantes. Para ello se utilizan índices de indicadores, los cuales corresponden a una combinación del modelo de Santibañez et al (2008) y del modelo de Ibararán et al. (2007). Los indicadores se muestran a continuación:

a. **La Capacidad del Sistema Productivo.** Es la infraestructura del sistema de cultivo propuesto por Ibararán, (2007), los cuales se construirán a través de los siguientes indicadores:

- Disponibilidad del agua (temporal o riego); Santibañez et al. (2008);
- Índice de especialización del cultivo del aguacate en los municipios productores de aguacate de temporal; (Santibañez et al l., 2008).

b. **Dimensión Social.** Medición del Desarrollo Humano a través del índice de desarrollo humano (IDH) propuesto por el PNUD por municipio, el cual consta de los siguientes indicadores:

- Índice de Desarrollo Humano (IDH); (PNUD, 2008);
- Índice de Desarrollo Relativo al Género (IDG); (PNUD, 2008).

c. **Dimensión económica**

- Capacidad económica, medido a través del índice del valor de la producción de aguacate en los municipios que producen aguacate de temporal en el estado de Michoacán.

- Capacidad de acceso a la tecnología, medido a través del índice de especialización del cultivo del aguacate en los municipios productores de aguacate de temporal; (Santibáñez *et. al.*, 2008).

#### **12.5.1.1. Medición de la Variabilidad Climática**

Para estimar la Variabilidad Climática, algunos investigadores utilizan herramientas globales como lo son los Modelos de Circulación General (MCG). Estos modelos se consideran una de las herramientas más útiles de las que se dispone para modelar el clima y el CC (Magaña V. , Conde, Sánchez, & Gay, 1997).

Sin embargo, para que este modelo se pueda replicar a nivel local, es necesario que las dimensiones de la misma rebasen por lo menos los 200 x 200 km para poder establecer un valor nodal. Por ello, que Rosengaus *et. al.* (2007), establece un modelo en el cual a pesar de que las series de tiempo no cumplan con el tiempo solicitado (30 años), es posible detectar una señal de cambio climático a través de tendencias generales a nivel regional, estatal e inclusive local.

Rosengaus propone eliminar las grandes oscilaciones de temperatura del rango de los 15°C que resultan del uso de series crudas de datos anuales, que dificulta la clara observación de la existencia de tendencias sistemáticas asignables al CC. A través del análisis de los valores de temperatura y precipitación a través de los promedios mensuales de T mínima, T media, T máxima, y Precipitación promedio mensual-anual.

A través de este método se propone establecer un escenario de la tendencia actual y agregando el valor global (calculado por instituciones reconocidas) de cambio climático, se puede completar el escenario para poder estimar la sensibilidad y vulnerabilidad de los cultivos en estudio en el estado de Michoacán.

Para ello, se requiere de datos altamente específicos, tales como datos diarios de temperatura máxima, mínima y media, y precipitación, durante un periodo de 30 años. Esta información se obtuvo a través del SMN ubicado en las instalaciones de CONAGUA en la capital del estado. Cabe destacar que en la mayor parte de los casos no fue posible obtener

datos dentro de este rango, sin embargo se trabajaron rango de 15 a 80 años tomando como último dato el año 2010. Por ello y en base a la teoría que establece que solo se puede hablar de cambio climático cuando existe un periodo de por lo menos 30 años, se le nombrará a este indicador como variabilidad climática (VC).

A simulación de la VC se obtendrá a través de medias mensuales-anales de dichas variables meteorológicas. Ya que obtener la medición de cada mes durante el rango de datos que se tenga, permite ver la variabilidad que ha tenido a lo largo del tiempo, tomando en cuenta los periodos de El Niño o de La Niña, sequías.

#### **12.5.2. Cálculo de los Índices de los Componentes de la Vulnerabilidad Agrícola**

Para la generación de un índice de vulnerabilidad para el sector agrícola regional se considerarán diferentes variables que condicionan la susceptibilidad del sector, como lo son el total de superficie cultivada, tipo de tenencia de la tierra, superficie de riego, total de población urbana y rural, grado de intensificación de la agricultura, capital y desarrollo humano. Así para cada una de estas variables se genera un índice que representa la situación de cada comuna con respecto a la variable en cuestión (Santibáñez et al., 2008).

La información requerida para la elaboración de las tendencias de las temperaturas y precipitaciones se obtuvo del SMN del estado de Michoacán localizado en las oficinas de la CONAGUA de la ciudad de Morelia. El año tope para realizar la medición de las variables climáticas será el 2011.

Por otra parte los datos obtenidos de superficies sembradas, cosechadas, producción, rendimientos y valores de la producción se obtuvieron del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). El periodo de datos corresponde del 2003 al 2011, dado que no existen datos anteriores al primero. La selección de datos fue con la producción anual por estado, por cultivo y por municipio, exclusivamente para los cultivos de temporal ya que éstos son los cultivos que presentan mayor vulnerabilidad respecto a los de riego, ya que dependen de los ciclos agrícolas.

Los datos socioeconómicos por municipio y/o región se obtuvieron en del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI. Para datos anteriores y otros datos no disponibles en el INEGI como rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda y acceso a la alimentación y como rezago educativo (carencia social) y del ingreso corriente total per cápita mensual por municipio (factor económico), en el CONEVAL.

#### **12.5.2.1. Componentes de la Sensibilidad del Sistema de Producción**

La sensibilidad del sistema productivo ante el cambio climático se estimará a través de la medición de los cambios porcentuales en los rendimientos ponderados por la superficie expuesta. Para ello únicamente se realiza una curva de tendencia estimando la variación porcentual promedio que se evaluará con los años que se tenga disponibilidad del cultivo, que en este caso será el del aguacate de temporal en los municipios seleccionados. De tal manera se podrá observar si la tendencia de los datos muestra una disminución o aumento en los rendimientos.

#### **12.5.2.2. Componentes de la Capacidad de Adaptación (CA)**

##### **a) Capacidad del sistema productivo (CSP)**

Para medir la CSP se estimará a través de dos índices que son el índice de balance de disponibilidad de agua riego/temporal (IRT) y del índice del uso de la tecnología en la agricultura (UTA).

##### **i. Índice del balance de disponibilidad de agua riego/temporal (IRT):**

Con este índice se busca clasificar a los municipios y/o regiones de acuerdo a la fracción de la tierra cultivable que está bajo la condición de temporal y, por lo tanto, más vulnerable a las variaciones del clima. Así, un municipio en donde se presenta esa condición en forma predominante, será más inestable frente a un cambio climático, especialmente relacionada con cambios en el régimen de precipitaciones. Por ende, presenta un índice con un valor

cercano a la unidad. Contrariamente, municipios donde la superficie cultivable está principalmente bajo una condición de riego, deberían presentar un riesgo menor y por tanto el índice adopta un valor cercano a cero.

$$IRT = STEMP / ST \quad (27)$$

Donde:

STEMP= Superficie de cultivos de temporal

ST= Superficie total cultivada

## ii. Índice de uso de tecnología de la agricultura (UTA):

Este índice interpreta el grado de intensificación que presenta la agricultura en una comuna tomando en cuenta el tipo de agricultura que presenta y su superficie. Considera para este rubro el uso de la tecnología (UTA) requerida. Estas características se pueden estimar de manera indirecta a través del índice de especialización (EP) del cultivo. La EP representa una aproximación de utilidad, en tanto constituye una relación entre la superficie cosechada y los rendimientos físicos de los cultivos en las regiones de un país a dos escalas espaciales, generalmente regional y nacional, o local y regional, durante uno o varios períodos. Desde esta perspectiva, un problema abordado en este análisis fue la comparación temporal de la EP regional respecto a un patrón espacial de referencia en el período considerado, con el objeto de evaluar sus cambios en el tiempo y las regiones (López, R., Mora, & Tovar, 2010).

Este índice se construye en base al nivel de insumos y tecnologías utilizados por cada rubro productivo. Se estimó indirectamente a través de los costos de producción y la inversión inicial más los costos de mantenimiento anual expresadas en costos por hectáreas al año en: mano de obra (horas hombre), maquinarias (jornada tractor), plantas, pesticidas y fertilizantes, entre otros. De acuerdo a otros estudios, los rubros correspondientes a frutales y semilleros son los que requieren mayor uso de tecnología y capital. Por otra parte, los cereales y las praderas corresponden a los rubros más simples. Desde un punto de vista social, los rubros más tecnificados y con mayor capital, son menos vulnerables frente a

variaciones en la producción que los rubros más simples, los cuales están generalmente asociados a propietarios con menor poder adquisitivo.

La especialización productiva (EP) se define como una derivación ampliada, en términos espaciales, de la identidad ( $p=s*r$ ); es decir, la producción ( $p$ ) como producto de la superficie ( $s$ ) que ocupa un cultivo y los rendimientos ( $r$ ) que genera en dicha superficie en una determinada región. En este sentido, el indicador de especialización productiva combina un índice de concentración territorial ( $Cij$ ) y un índice de rendimiento físico ( $Rij$ ) de un rubro particular en un territorio determinado.  $Cij$  es un índice adaptado a la geografía agrícola, a partir del conocido cociente de localización de Florence, y  $Rij$  es un índice de relación entre los rendimientos físicos regionales y nacionales del rubro bajo consideración, como se recoge en la fórmula siguiente (López *et. al*, 2010):

$$EP = \frac{Sij / \sum_{j=1}^m Sij}{\sum_{i=1}^n Sij / \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n Sij} \times \frac{Pij / Sij}{\sum_{j=1}^m Pij / \sum_{j=1}^m Sij} \quad (28)$$

$$EP = Cij * Rij \quad (29)$$

Donde:

$EP$  = Especialización productiva

$i$  = 1,2, 3, ... n (cultivos)

$j$ : 1, 2, 3, ... n (regiones)

$Sij$ : Superficie del cultivo  $i$  en la región  $j$ .

$Pij$ : Producción del cultivo  $i$  en la región  $j$ .

$Cij$ : índice de concentración del cultivo  $i$  en la región  $j$ .

$Rij$ : índice del rendimiento del cultivo  $i$  en la región  $j$ .

La interpretación del indicador toma como referencia el valor unitario. Si  $EP > 1,00$  la especialización productiva del cultivo en la región sería mayor que la correspondiente a una distribución espacialmente uniforme de la especialización del cultivo en el país. Si  $EP < 1,00$  sucedería lo contrario; y, cuando fuese igual a la unidad, sería teóricamente idéntica a

la especialización del rubro en el país. La EP posibilita de este modo que el significado del cultivo sea interpretado en términos geográficos, pues la comparación espacial interviene como referencia clave en su grado de especialización (López *et. al.*, 2010).

Se le entiende como un indicador relativo, en virtud de que compara la territorialidad y productividad física de un rubro a dos escalas, la regional y la nacional (o estatal-municipal). La mera producción no sería suficiente, entonces, para conocer la especialización productiva. De hecho, una región de alta producción en un determinado rubro, no tiene por qué ser altamente especializada en ese rubro, puesto que otros cultivos de menor producción podrían resultar más especializados (López *et. al.*, 2010).

Lo contrario podría ocurrir cuando la producción relativamente baja de un determinado cultivo sea al mismo tiempo, la producción principal de una región con una superficie agrícola muy reducida. Las restricciones interpretativas derivan, por ello, de la propia descripción empírica del indicador y de su dependencia del tamaño de las unidades geográficas. Pese a ello, en los estudios exploratorios es útil para determinar la concentración de la producción y las orientaciones productivas regionales, dada la relativa accesibilidad de la información requerida y la facilidad de su cálculo (López *et. al.*, 2010).

#### **iv) Medición de la Capacidad del Sistema de Producción (CSP)**

Como resultado de la integración de los diferentes índices mencionados, se establece el índice de vulnerabilidad sistema de producción (VSP) como el promedio de los dos índices calculados.

$$CSP = (IRT + UTA)/2 \quad (30)$$

#### **a) Capacidad del Sistema Social Agrícola (CSS)**

##### **i. Índice de Desarrollo Humano (IDH)**

Este índice representa una aproximación a la medición de los niveles de desarrollo humano de las personas en los distintos países. Reúne las siguientes dimensiones: nivel educacional, longevidad y nivel de vida, dándole a cada una la misma importancia (PNUD, 1998).

El IDH es una medida de logro en desarrollo humano. Mide los adelantos medios de un país en tres aspectos básicos del desarrollo humano (PNUD, 2008):

- Una vida larga y saludable, medida por la esperanza de vida al nacer (indicador de salud).
- Conocimientos, medidos por la tasa de alfabetización de adultos y la tasa bruta de matriculación combinada en educación primaria, secundaria y terciaria (indicador de educación).
- Un nivel de vida decoroso, medido por el PIB per cápita (en dólares estadounidenses PPC, indicador de ingreso).

## **ii. Índice de Desarrollo Relativo al Género (IDG)**

Mientras el IDH mide el progreso medio en desarrollo humano para todas las personas, el IDG ajusta el progreso medio para reflejar las desigualdades entre hombres y mujeres en los siguientes aspectos:

- Una vida larga y saludable, medida por la esperanza de vida al nacer (PNUD, 2008).
- Conocimientos, medidos por la tasa de alfabetización de adultos y la tasa bruta de matriculación combinada en educación primaria, secundaria y terciaria (PNUD, 2008).
- Un nivel de vida decoroso, medido por la estimación del ingreso proveniente del trabajo (en dólares estadounidenses PPC) (PNUD, 2008).

## **iii. Medición de la Capacidad del Sistema Social (CSS)**

Finalmente, el índice de CSS queda expresado de la siguiente manera:

$$CSS = (IDH + IDG)/2 \quad (31)$$

Donde:

CSS = Índice de Capacidad del Sistema Social.

IDH = Índice de Desarrollo Humano.

IDG = Índice de Desarrollo Relativo al Género.

#### **b) Capacidad del Sistema Económico.**

Para este cálculo se consideran las tecnologías para cada rubro y la vinculación con el mercado externo.

#### **iv. Índice de Uso de Tecnología en la Agricultura (UCT):**

Desde un punto de vista económico, a diferencia del sistema productivo en donde la tecnificación representa un indicador positivo de capacidad adaptativa, ya que en caso de una sequía, el cultivo puede acceder a la infraestructura necesaria para evitar su pérdida y que además los productores cuentan con los recursos para hacer frente a eventos climáticos distintos a los esperados.

En este caso los rubros más tecnificados y que representan a la agricultura más "industrial" (caso de los frutales y viñas) tienen un mayor nivel de riesgo ante escenarios desfavorables, debido al capital invertido en ellos. El factor disminuye gradualmente hacia los rubros menos intensivos y más tradicionales, debido al menor capital invertido en estos rubros, siendo el caso del aguacate de temporal.

Por lo tanto se utilizará el índice de Especialización Productiva (EP) en el siguiente sentido:

$$\text{Para } CSE = (1-EP) = UCT \quad (32)$$

#### **v. Índice de la Vulnerabilidad del Valor de la Producción de Aguacate Municipal (VVP).**

Este dato se obtiene con el fin de cualificar y cuantificar el valor económico que representaría la pérdida del cultivo por efecto de un factor ambiental.

$$IVVP = \frac{(VP \text{ aguacate de temporal municipal} / VP \text{ de aguacate de temporal estatal})}{(VP \text{ aguacate de riego y temporal municipal} / VP \text{ de aguacate de riego y temporal estatal})} \quad (33)$$

Este valor se estima en base a concepto de la EP, pero con la diferencia de que el indicador comparativo no son las superficies cosechadas o la producción obtenida, sino el valor de producción estimado de pérdida tanto para el municipio como para el estado comparando el valor total de la siembra de temporal con la de riego y temporal, en base a comparar la concentración del valor productivo de ambos modos de cultivo en la misma entidad.

En este sentido si el IVP es cercano al valor de 0, significa que el VP en el municipio respecto al VP del estado es bajo comparado con el VP total de municipio por concepto del aguacate y por tanto es poco vulnerable a su pérdida o en sentido contrario tiene una alta capacidad adaptativa. Por el contrario, si el valor se acerca a 1, implica que el VP es alto y con ello es más vulnerable a una pérdida total o parcial. Lo cual significa también que posee una baja capacidad adaptativa a dicho evento. Por tanto el valor para el indicador será:

$$\text{Para CSE} = (1-IVVP)$$

#### vi. Medición del Índice de Capacidad del Sistema Económico.

La medición de la CSE entonces quedará de la siguiente manera:

$$CSE = \frac{(1-EP) + (1-IVVP)}{2} \quad (34)$$

Una vez estimados los indicadores que conforman la capacidad adaptativa del proceso del cultivo del aguacate de temporal, se procede a medirlo de manera integral. Entonces Capacidad adaptativa quedará expresada en tres dimensiones: CA = (CSP, CSS, CSE), de tal manera que se expresan en la siguiente fórmula

$$CA = \frac{CSP + CSS + CSE}{3} \quad (35)$$

Donde:

CA = Capacidad Adaptativa

CSP = Índice de capacidad del sistema productivo de los cultivos.

CSS = Índice de capacidad del sistema social.

CSE = Índice de capacidad del sistema económico.

### 12.5.3. Estimación de la Vulnerabilidad Agrícola (VA).

La vulnerabilidad agrícola se estimará tomando en cuenta la siguiente fórmula:

$$VT = VA \quad (36)$$

Donde:

VT: Vulnerabilidad total

VA: Vulnerabilidad agrícola

En base a lo anterior, la VT se estimará a través de la sumatoria de los cuatro indicadores calculados: VC de temperatura del municipio estudiado, VC de precipitación del municipio estudiado, la sensibilidad y la capacidad adaptativa.

$$VT = VA = VC (Temperatura) + VC (Precipitación) + Sensibilidad + (1-Capacidad Adaptativa) \quad (37)$$

Cada uno de estos indicadores adopta un valor que va de 0 a 1. En donde 0 significa una baja vulnerabilidad y mientras el valor aumenta su vulnerabilidad también hasta llegar al valor máximo que es 1. Esta valoración permitirá conocer el área de oportunidad o fortaleza

del sistema en el municipio. La tabla de ponderación se presenta a continuación (ver tabla 5):

**Tabla 5.** Valores para la Ponderación de Indicadores de la Vulnerabilidad Agrícola.

<b>VC Temperatura</b>	<b>VC Precipitación</b>	<b>Sensibilidad Rendimiento</b>
< $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ = 0 V=BAJO	$\leq \pm 5\%$ = 0 BAJO	$\geq 0\%$ = 0 BAJO
De $\pm 0.5$ a $\pm 1^{\circ}\text{C}$ = 0.5 ALTO	$\pm 6$ a $20\%$ = 0.5 ALTA	-0.1% a -10% = 0.5 ALTA
> $\pm 1^{\circ}\text{C}$ = 1 MUY ALTO	$\geq \pm 21\%$ = 1 MUY ALTA	$\geq -11\%$ = 1 MUY ALTA

**Fuente:** Elaboración propia.

La sumatoria de estos valores da la base para establecer una cuantía a la variable de la Vulnerabilidad Agrícola y cuáles son tanto sus áreas de oportunidad como las áreas de fortaleza. El resultado será valor con un rango del 0 al 4, donde 0 significa baja vulnerabilidad agrícola y 4 corresponde a la más alta vulnerabilidad agrícola (ver tabla 6). Ver tabla debajo que muestra el tabulador establecido.

**Tabla 6.** Valores de ponderación para la estimación de la Vulnerabilidad Agrícola.

<b>Total</b>	<b>Nivel de Vulnerabilidad</b>
0 a 0.99	Baja
1.0 a 1.99	Media
2.0 a 2.99	Alta
3.0 a 4.0	Muy alta

**Fuente:** Elaboración propia.

Entonces, la vulnerabilidad del sistema agrícola resulta de la interacción de los distintos índices calculados, que en conjunto determinan la vulnerabilidad total.

### **CAPÍTULO III. RESULTADOS DE LA VULNERABILIDAD AGRÍCOLA POR MUNICIPIO**

En este capítulo se establecen los municipios que se tomarán en cuenta como objeto de estudio y se presentan los resultados de las mediciones de los indicadores establecidos. Dichos resultados se presentan por municipio, en razón de que cada uno de los ellos tiene características geográficas y socio económicas diferentes, por ende los niveles de vulnerabilidad también son diferentes.

El estudio se realizará en cuatro municipios que forman parte de la franja aguacatera del estado de Michoacán en base a los municipios que lo conforman confieren la producción más importante del estado y la mayor parte de la producción se realiza bajo la condición de riego por temporal. Esta condición se justifica en base a que se asume que el cultivo de temporal depende exclusivamente de las condiciones meteorológicas de cada municipio y el cambio en dichas condiciones provocaría un cambio en la producción del aguacate, o cual impactaría ya sea positiva o negativamente a los productores y/o habitantes de estos que dependan directa o indirectamente de la cadena productiva del aguacate.

Por ello, se requiere conocer de manera particular las variaciones climáticas y las condiciones socioeconómicas de cada municipio, ya que poseen características específicas que explican el resultado del estudio.

*“La franja aguacatera de Michoacán la conforman 22 municipios: Acuitzio, Apatzingán, Ario de Rosales, Cotija, Los Reyes, Madero, Nuevo Parangaricutiro, Peribán, Salvador Escalante, Tacámbaro, Tancítaro, Tangancícuaro, Tangamandapio, Taretan, Tingambato, Tingüindín, Tocumbo, Turicato, Tuxpan, Uruapan, Ziracuaretiro y Zitácuaro. Mediante el uso de software comercial de sistemas de información geográfica” (Toledo & Alcantar, 2009).*

De acuerdo con datos del SIAP-SAGARPA, los principales productores de aguacate de temporal son Tancítaro, Peribán, Tacámbaro, Ario, Salvador Escalante, Nuevo Parangaricutiro, Ario de Rosales, Apatzingán, Los Reyes, Turicato, Uruapan entre otros. Sin embargo, la mayoría de los casos no cumplen con los estándares de requerimientos de datos para la medición de la variabilidad climática. Por lo que solo cuatro de los 22 municipios que conforman la franja aguacatera, cumplieron con los requisitos: Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan.

El resultado de la VA se llevará a cabo por municipio en base a que las características particulares geográficas, sociales y económicas de cada uno son diferentes. Además se busca obtener un estudio local que por el momento no se cuenta en el estado.

## **13. Municipio de Apatzingán, Michoacán**

### **13.1. La Variabilidad Climática del Municipio de Apatzingán, Michoacán**

Para este municipio se localizan principalmente tres estaciones climatológicas del SMN del estado de Michoacán..

La primera está ubicada en la ciudad de Apatzingán a una Latitud 19° 05´ Longitud 102° 16´ y una altura de 682 msnm. Cuenta con 86 años de datos, por lo que la tendencia de variabilidad climática del grupo de datos y el resultado se podrá acreditar como significativa.

La segunda estación meteorológica se ubica en Arteaga con una ubicación de Latitud 18° 21", Longitud 102°17"y una altura de 940 msnm. Cuenta con 42 años de datos por lo que también se considerará un valor significativo.

La tercera estación se localiza en Acahuato en Latitud 19°08", Longitud 102°19 y 1000 msnm de altura. Esta estación cuenta con 21 años de datos por lo que aunque no se considerará significativa se tomará como un valor de variabilidad climática de tendencia.

De esta manera se puede establecer un valor a tres alturas diferentes y contextualizar una VC más completa en un contexto geográfico diferente.

#### **13.1.1. Temperatura Máxima**

##### **Apatzingán, Apatzingán**

La temperatura máxima en el municipio de Apatzingán muestra que tiene la temperatura disminuye a lo largo de 86 años. Su variación promedio es de una tendencia a la baja en donde los doce meses del año con una VC promedio de  $\pm 1.6^{\circ}\text{C}$ , tomado a través del promedio de la desviación estándar de la secuencia de datos (ver figura 53).

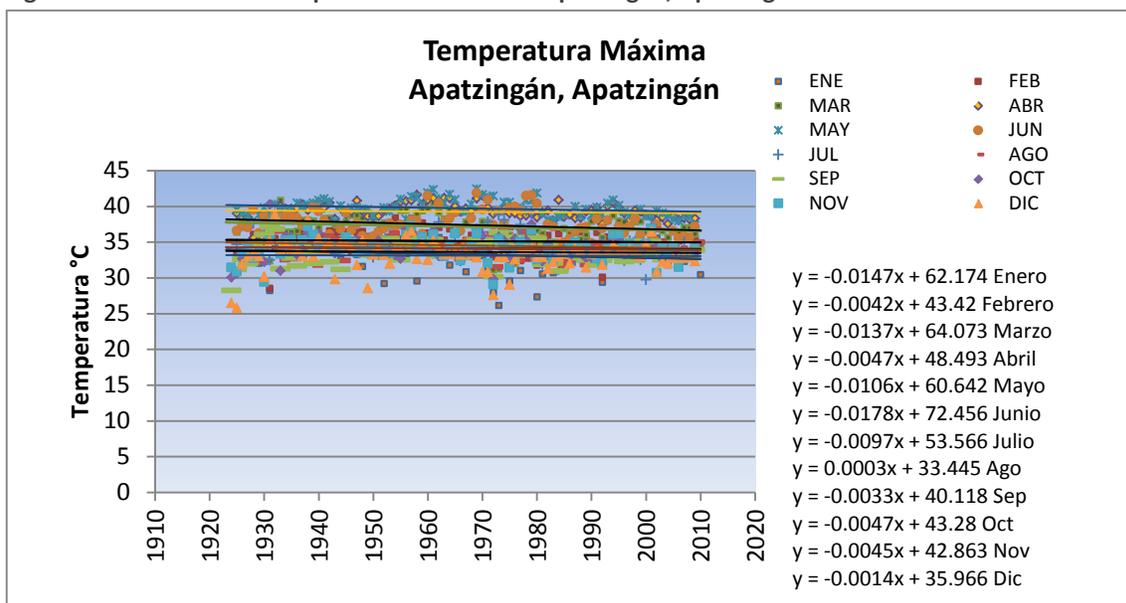
Las temperaturas promedio mensual-anual de los 86 años de datos se muestran a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
33.2	35.1	37.2	32.9	39.8	37.4	34.6	34.1	33.7	34.2	34.1	33.2

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

El comportamiento de la tendencia de esta localidad es igual en los doce meses del año y del valor original, se observa disminución en por lo menos 1.6°C.

Fig. 55. Tendencia de la temperatura máxima en Apatzingán, Apatzingán 1922-2009.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

### Arteaga, Apatzingán

En Arteaga a temperatura máxima muestra una VC promedio de aumento de 1.1°C a con los 42 años de datos (ver figura 56). Obtenido de la desviación estándar de la serie de datos mensual-anual promedio. Probablemente la diferencia respecto a la tendencia de la ciudad de Apatzingán se deba al cambio de altura, ya que Apatzingán tiene una altura de 682 msnm y Arteaga se encuentra a casi 1000 msnm.

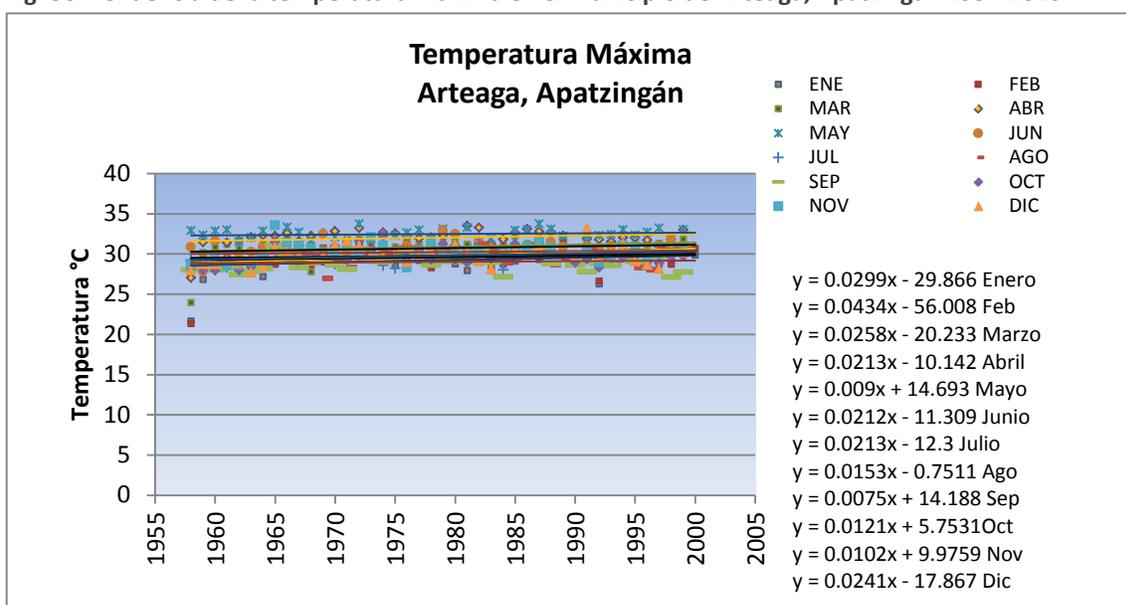
Las temperaturas promedio mensual-anual de los 42 años de datos se muestran a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
29.2	29.7	30.8	32.0	32.5	30.7	29.8	29.8	29.6	29.8	30.1	29.7

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Este dato significa que el valor de la temperatura aumentó en promedio 1.1°C promedio más alto en cada uno de los meses del año en un periodo de 42 años. Y si la tendencia continuara con el mismo comportamiento se pronostica un aumento de por lo menos otro 1.1°C más, teniendo implicaciones en la agricultura.

Fig. 56. Tendencia de la temperatura máxima en el municipio de Arteaga, Apatzingán 1957-2010.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

### Acahuato, Apatzingán

Para el caso de la localidad de Acahuato se observa una tendencia de la temperatura máxima a aumentar en 1.8°C promedio mensual tomando en cuenta el rango de 1981 a 2009 (28 años). Donde los meses de junio, julio y agosto presentan el mayor grado de aumento. Al igual que la localidad de Arteaga, Acahuato tiene una altura de 1000 msnm, esto significa que la altura coincide con el hecho de que la temperatura tiende a aumentar en lugar de disminuir como es el caso de Apatzingán (ver figura 57).

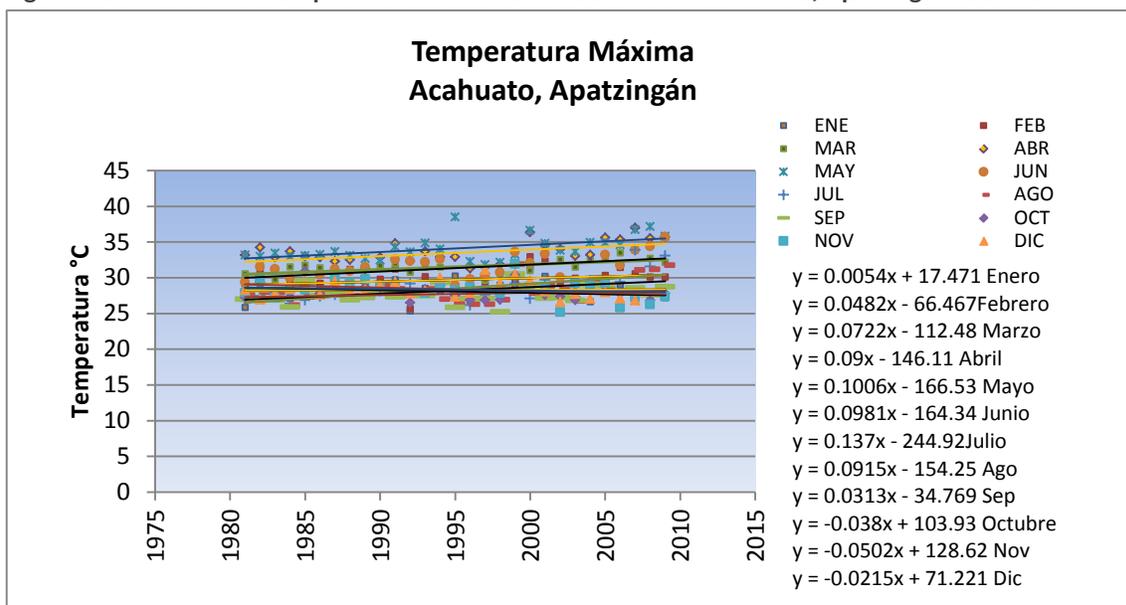
A continuación se muestra el valor promedio mensual anual de la serie de datos para esta localidad.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
28.3	30.2	32.0	33.9	34.1	31.4	28.5	28.3	27.8	28.1	28.4	28.1

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

En base a estos datos y el resultado de  $VC=1.8^{\circ}C$  se localizan valores de temperatura mensual en los meses más calurosos de hasta  $34^{\circ}C$  y de  $28^{\circ}C$  en los meses menos calurosos.

Fig. 57. Tendencia de la temperatura máxima en la localidad de Acahuato, Apatzingán 1980-2010.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

### 13.1.2. Temperatura Mínima

#### Apatzingán

En el municipio de Apatzingán se observa también una tendencia a disminuir en promedio  $2.1^{\circ}C$ . Los meses que observan mayor detrimento son febrero, marzo, abril, mayo y junio; y

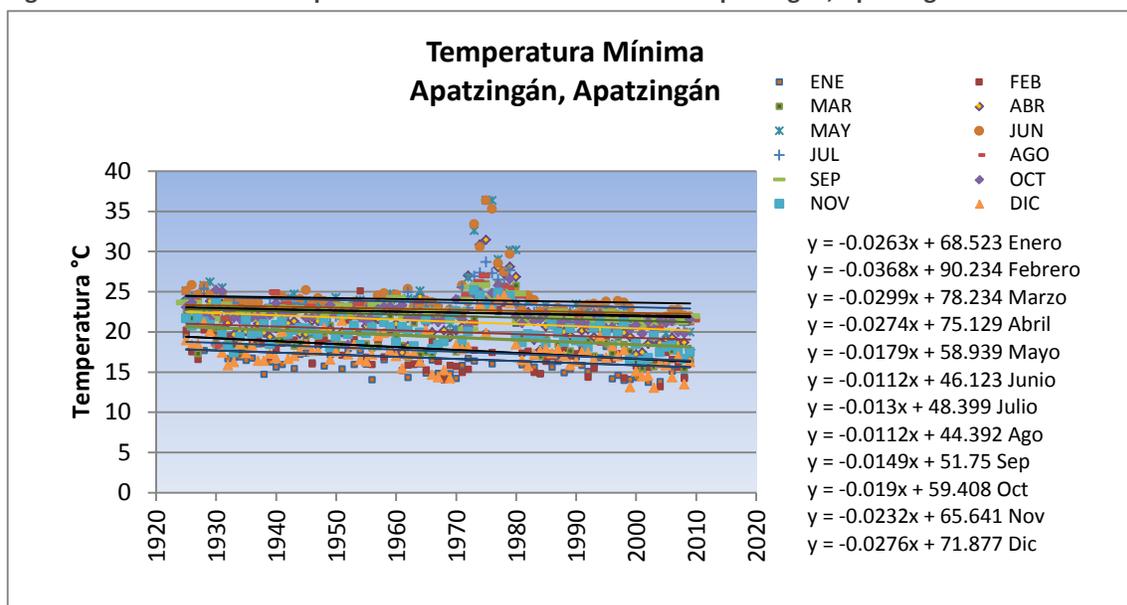
los que muestran menor variabilidad es agosto y septiembre (ver figura 58). Los promedios anuales de la serie se muestran a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
16.7	17.8	19.4	21.3	23.7	24.0	22.8	22.4	22.4	22.0	20.0	17.6

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

De lo anterior resalta el hecho que de temperaturas con promedios originales de 21°C actualmente se miden 18°C.

Fig. 58. Tendencia de la temperatura mínima en la localidad de Apatzingán, Apatzingán 1922-2009.



Fuente: Elaboración propia en base a información del SMN Michoacán.

### Arteaga, Apatzingán

La temperatura mínima en Arteaga por el contrario de la máxima muestra una tendencia a aumentar en 0.8°C. Es decir tanto la temperatura máxima como la temperatura mínima muestran esta tendencia a lo largo del periodo de 43 años (ver figura 59).

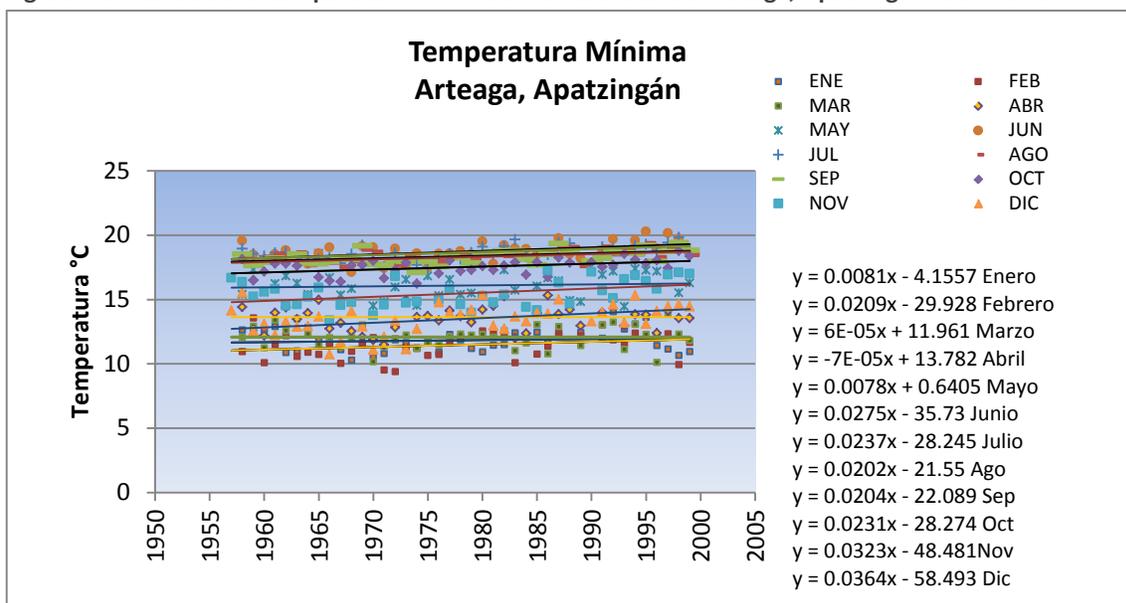
Las temperaturas mínimas promedio se muestran a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0.8	1.0	0.9	1.0	1.0	0.7	0.6	0.5	0.5	0.6	1.0	1.1

Fuente: Elaboración propia en base a información del SMN Michoacán.

La variación en esta localidad es baja sin embargo existen meses en los que el cambio es de 1°C como es febrero, abril, noviembre y diciembre.

Fig. 59. Tendencia de la temperatura mínima en la localidad de Arteaga, Apatzingán 1957-2010.



Fuente: Elaboración propia en base a información del SMN Michoacán.

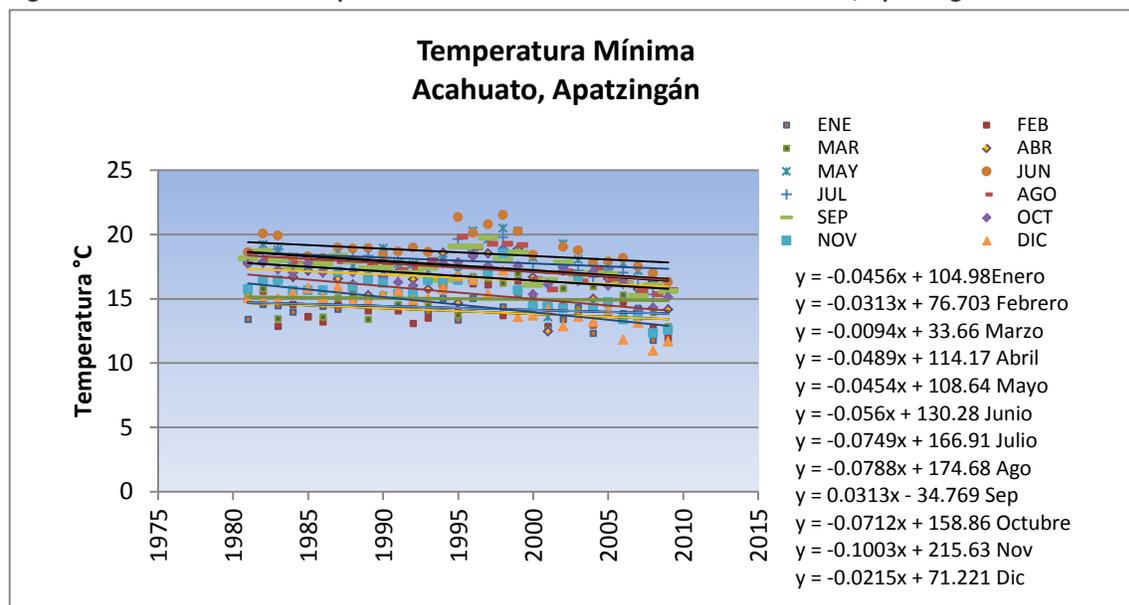
### Acahuato, Apatzingán

En el caso de Acahuato los datos muestran que la temperatura disminuye dentro de un promedio de 1.3°C, donde las mayores variaciones se han presentado en los meses de abril, mayo y junio (ver figura 60). A continuación se muestran los valores promedio resultado de la serie de datos:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
13.9	14.3	15.0	16.6	18.0	18.6	17.6	17.4	17.4	16.8	15.5	14.5

Fuente: Elaboración propia en base a información del SMN Michoacán.

Fig. 60. Tendencias de las temperaturas mínimas en la localidad de Acahuato, Apatzingán 1957-2010.



Fuente: Elaboración propia en base a información del SMN Michoacán.

### 13.1.3. Temperatura Media

#### Apatzingán, Apatzingán

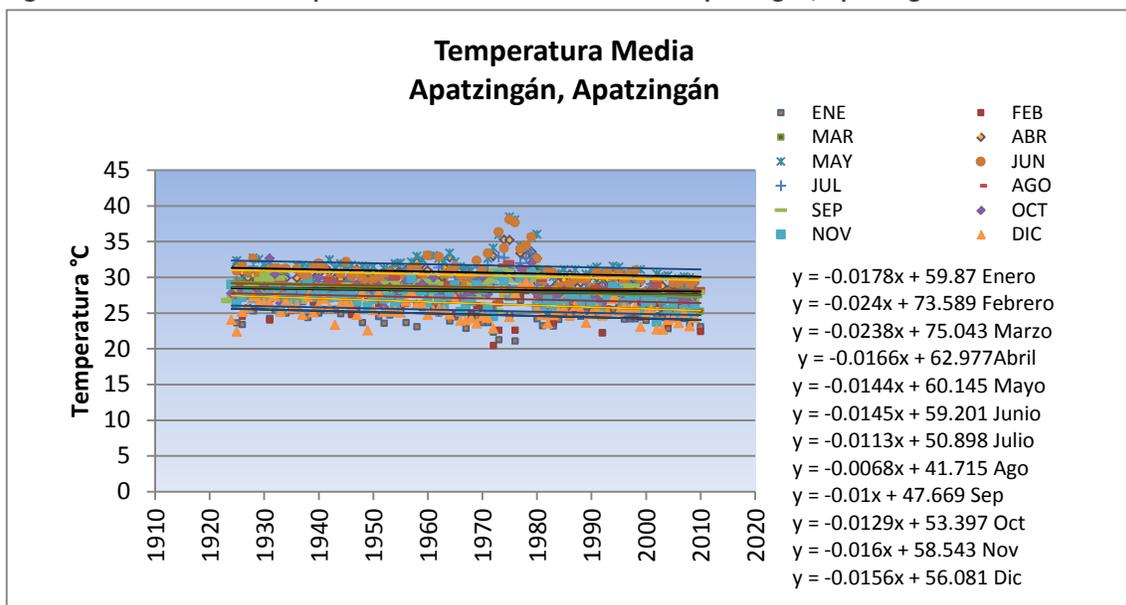
La temperatura media en Apatzingán al igual que en la máxima y mínima, la tendencia es a reducir en la temperatura del patrón original en 1.5°C, en donde aparentemente no existe cambio en la temperatura media de 28°C, pero al realizar tendencias mensuales-anales se observan VC de entre 1°C y 1.7°C como son el caso de agosto y junio respectivamente (ver figura 61).

Las temperaturas promedio mensual-anual se presentan a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
24.8	26.4	28.3	30.3	31.7	30.7	28.7	28.3	28.1	28.1	27.1	25.4

Fuente: Elaboración propia en base a información del SMN Michoacán.

Fig. 61. Tendencia de la temperatura media en la localidad de Apatzingán, Apatzingán 1922-2009.



Fuente: Elaboración propia en base a información del SMN Michoacán.

### Arteaga, Apatzingán

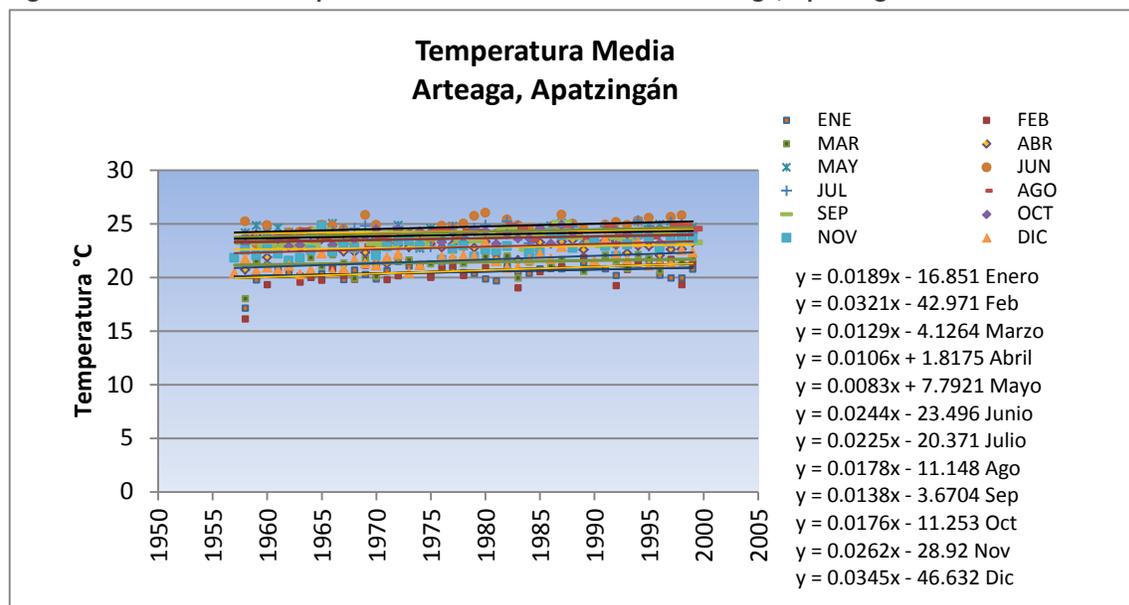
La temperatura media para la localidad de Arteaga muestra un ligero aumento que se estima en de  $0.7^{\circ}\text{C}$  en promedio, dentro del periodo 1957-2000 (43 años). El promedio general de la temperatura media para esta localidad es de  $28.2^{\circ}\text{C}$  (ver figura 62).

Los promedios mensuales del rango de datos se muestran a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
21	21	21	23	24	25	24	24	24	24	23	22

Fuente: Elaboración propia en base a información del SMN Michoacán.

Fig. 62. Tendencia de la temperatura media en la localidad de Arteaga, Apatzingán 1957-2010.



Fuente: Elaboración propia en base a información del SMN Michoacán.

### Acahuato, Apatzingán

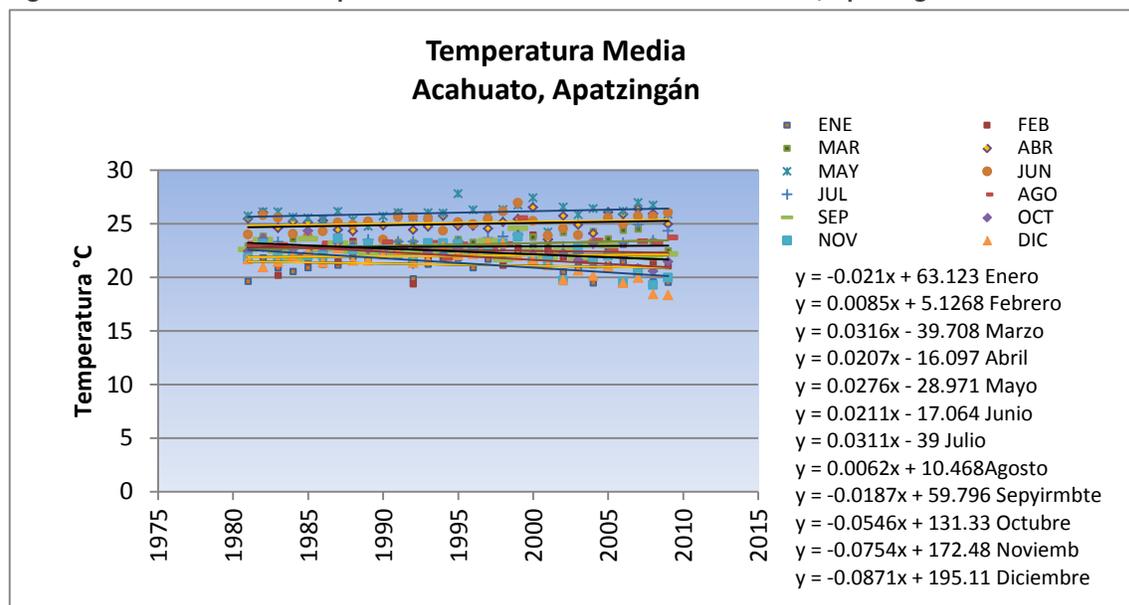
Por último, para el caso de Acahuato, esta localidad muestra una tendencia errática. Para el caso de los meses de octubre, noviembre y diciembre la tendencia es a bajar. Mientras que los meses de junio, julio, agosto y septiembre, la tendencia es a subir. La VC que emana el grupo de datos es de  $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ , para el rango de 1981 a 2009 (ver figura 63).

A continuación se presenta el promedio mensual-anual de la serie de datos para esta localidad:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
21.0	22.2	23.5	25.3	26.0	25.0	23.0	22.9	22.6	22.4	22.0	21.3

Fuente: Elaboración propia en base a información del SMN Michoacán.

Fig. 63. Tendencias de las temperatura media en la localidad de Acahuato, Apatzingán 1980-2010.



Fuente: Elaboración propia en base a información del SMN Michoacán.

El resultado general para el caso de este municipio se presentará en dos partes, en el primero se muestra el valor de cada una de las localidades y en segunda instancia como valor promedio municipal.

Para el caso de Apatzingán se puede observar que la VC de la localidad ya representa un cambio importante en promedio de casi 2°, en base a datos de más de 80 años, y en donde se destaca que la temperatura se polariza más en la temperatura mínima.

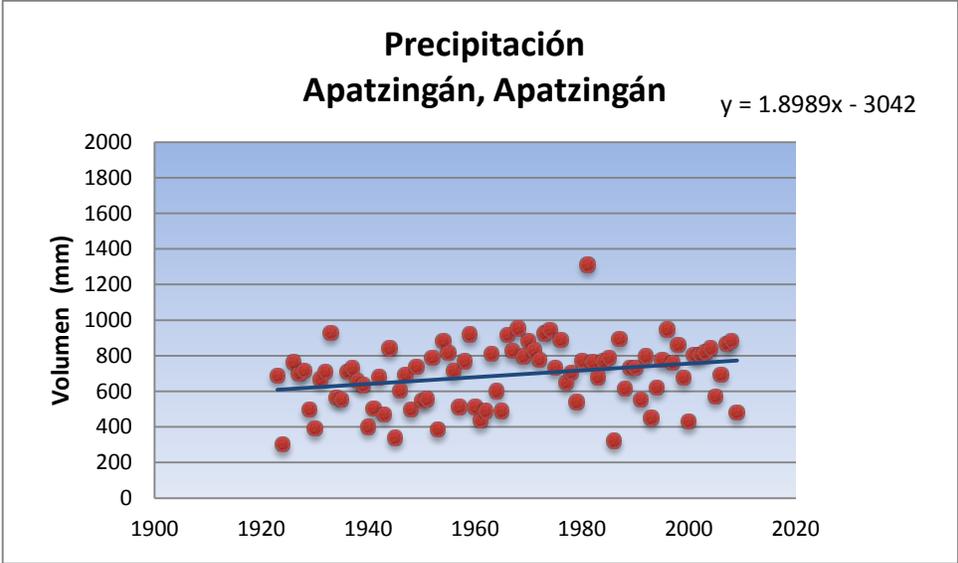
En el caso de Arteaga y Acahuato se observa que existe una congruencia en la tendencia de aumento de la temperatura en ambas localidades, sin embargo el promedio de variación entre ambas es de 0.5°C, temperatura que se si bien no se considera un aumento o disminución fuertes, si se considera una temperatura que pueda arriesgar la óptima producción agrícola. De esta manera se promedian ambos datos para validar dicha variación, considerándose como una VC=1.1°C para estas localidades, quedando el valor de VC= 1, por lo que la localidad tiene una muy alta vulnerabilidad por el patrón climático que presenta (ver tabla 7).



Desde el punto de vista mensual-promedio, la localidad de Apatzingán se muestra como un municipio que no ha tenido cambios negativos importantes a lo largo de un periodo de 86 años en donde de manera general, el cambio más importante se observa solo en el cambio de comportamiento del mes de septiembre en donde aumenta 33 mm el volumen de lluvia (ver tabla 8 y figura 64).

Sin embargo desde el punto de lluvia total anual el promedio estima 733 mm de agua y en comparación con la último periodo (2002-2009) se muestra una diferencia de 12.5 mm lo cual corresponde a un incremento del 1.7%.

**Fig. 64. Tendencia del comportamiento de la precipitación total en Apatzingán, Apatzingán 1922-2010.**



**Fuente: Elaboración propia en base a información del SMN Michoacán.**

**VC Apatzingán = +1.7%**

**Arteaga, Apatzingán**

Tomando en cuenta que la localidad de Arteaga tiene una altura de 940 msnm va a presentar condiciones diferentes a Apatzingán que cuenta con 680 msnm. Es por ello que se mantiene por separado las variabilidades climáticas de las localidades.

En Arteaga durante el mes de enero se ha visto una variabilidad de +38 mm a lo largo del periodo de 53 años de medición, febrero varía en -1 mm de 3 mm, marzo en -3 mm, abril en

-4mm, mayo, septiembre y noviembre muestran decrementos de -13 mm, -16 y -17 mm respectivamente; mientras que julio, agosto u octubre muestran un incremento que va de 16, 8 y 33 mm respectivamente, siendo este último el mes que mayor incremento mostró durante el periodo de datos. Los meses de junio y diciembre no muestran ningún cambio.

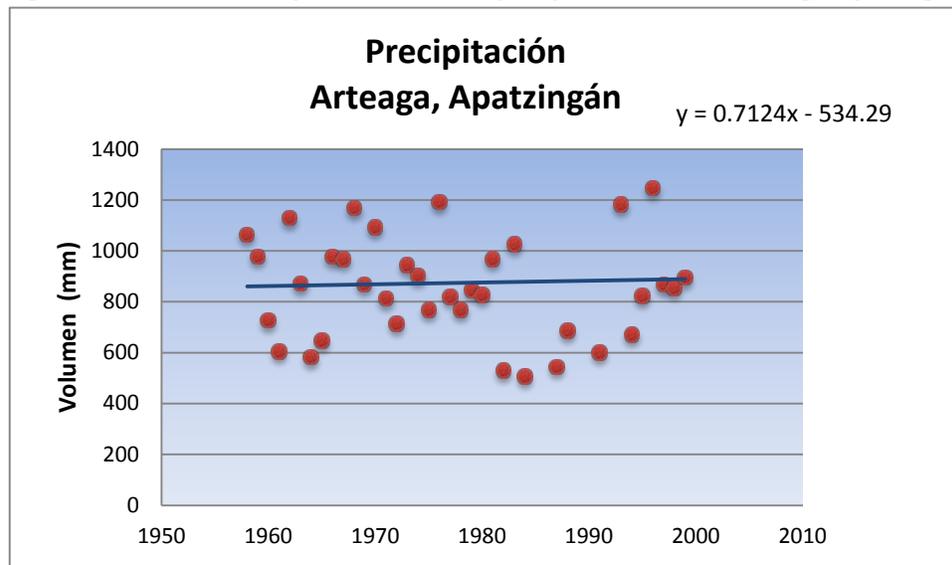
A continuación se muestra la variación promedio mensual por década para esta localidad (ver tabla 9):

**Tabla 9.** Variabilidad climática de precipitación para Arteaga, Apatzingán 1957-2010.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VAR ANUAL PROM	VAR VOL ANUAL
1957-1966	21.6	5.9	0.8	4.3	7.8	179.9	147.6	137.6	203.6	125.0	16.0	7.2	71	857
1967-1976	50	4	16	12	18	159	137	207	218	131	59	14	85	1025
1977-1986	32	1	1	0	42	85	183	171	183	70	31	7	67	806
1987-2000	47	3	2	1	4	142	178	183	181	152	12	9	76	913
D.S.	11	2	7	5	14	35	19	25	15	30	19	3	15	185
PROMEDIO	38	3	5	4	18	141	162	174	196	120	30	9	75	900
VAR mm	9	-1	-3	-4	-13	0	16	8	-16	33	-17	0		
VAR %	1.24	0.78	0.43	0.15	0.25	1.00	1.10	1.05	0.92	1.27	0.41	0.96		
														VAR = 13 mm
														VAR = 1.4%

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

**Fig. 65** Tendencia del comportamiento de la precipitación total en Arteaga, Apatzingán 1957-2010.



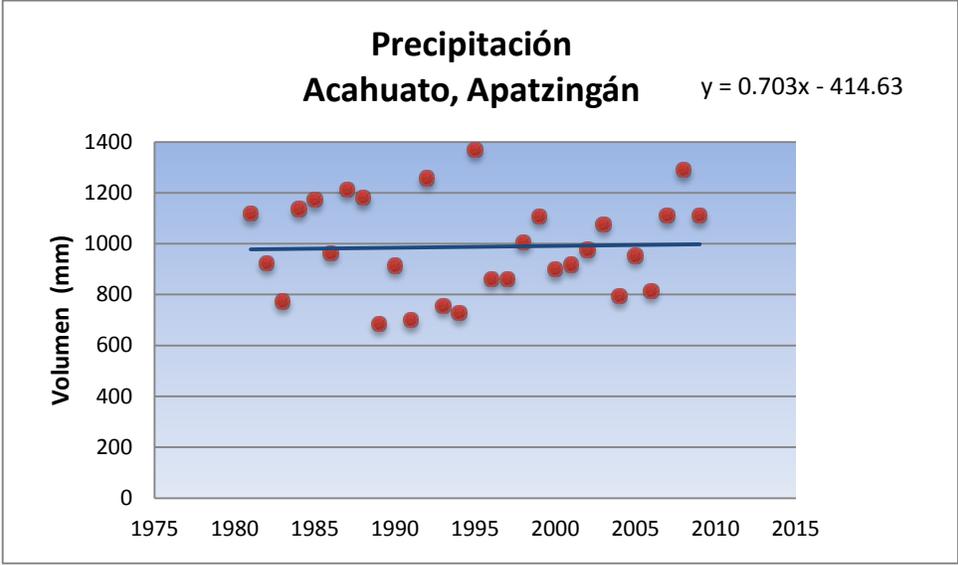
Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

**Variabilidad climática (Arteaga) (VC pluvial) = +1.4%**



Por otro lado desde el punto de vista anual, el valor total de volumen precipitado es de 995 mm y haciendo el comparativo de este valor respecto a la última década se puede observar que cuenta con una variación de -20.7 mm aproximadamente, lo cual corresponde al -2.1%. El cual será el valor que se tomará en cuenta para medir la variabilidad de la localidad (ver tabla 10 y figura 66).

Fig. 66. Tendencia del comportamiento de la precipitación total en la localidad de Acahuato, Apatzingán 1980-2010.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

**13.2. Sensibilidad de la productividad ante la variabilidad climática del municipio de Apatzingán**

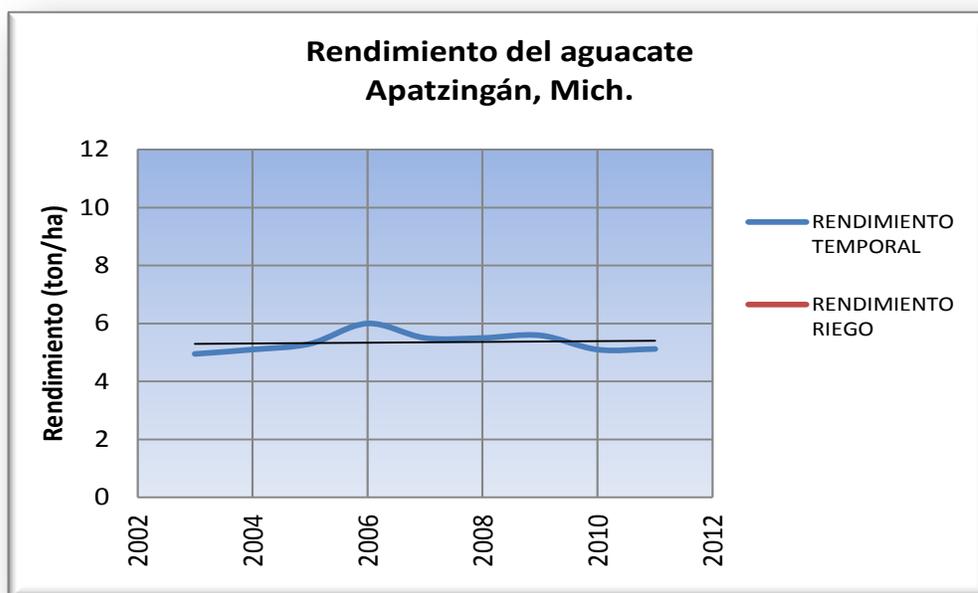
Para medir este indicador, se toma en cuenta los rendimientos del aguacate tanto de temporal como de riego para poder realizar un comparativo en el caso de que el sistema de riego a la fecha haya sido un factor determinante en la productividad del producto.

El rendimiento del aguacate de temporal en el municipio de Apatzingán, a lo largo de nueve años (2003-2011), muestra un incremento en un 3% al pasar de 4.95 ton/ha en el 2003 a 5.1 ton/ha en el 2011. Durante este lapso se observa que en 2006 hubo un incremento a 6 ton/ha pero fue cayendo hasta el nivel actual, por ello aunque si muestra un ligero incremento, no ha mantenido una tendencia ascendente, por el contrario la tendencia que se observa en el

gráfico a partir del 2006 es en detrimento del rendimiento (ver figura 67). Hasta el año 2010 no hay historia de agricultura de aguacate por riego.

Aunque numéricamente no se observa un cambio negativo en el rendimiento, se pronostica que en un escenario BAU (as business as usual) a corto plazo si se podrán observar. Por ello en la actualidad aún no se observa pero en 5 o 6 años probablemente sí.

Fig. 67. Tendencia del rendimiento del aguacate de temporal vs de riego en el municipio de Apatzingán, Michoacán 2003-2011.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Tabla 11. Sensibilidad en el rendimiento del Aguacate de temporal en el municipio de Apatzingán.

Sensibilidad rendimiento	V
+3%	0

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

De esta manera se asume que el municipio tiene aún una baja sensibilidad productiva en el cultivo del aguacate de temporal, sin embargo en breve probablemente esta condición cambie.

De esta manera y tomando en cuenta que solo se hace la medición para el aguacate de temporal, se establece que la variabilidad climática de precipitación durante los nueve años de disponibilidad de datos, no ha afectado el rendimiento de los cultivos de este producto.

### **13.3. Capacidad Adaptativa del Municipio y del Sistema productivo de Apatzingán, Michoacán**

#### **13.3.1. Sistema Productivo del Aguacate en el Municipio de Apatzingán**

La vulnerabilidad por su parte está conformada por el índice de disponibilidad de agua (IRT), índice del uso de la tecnología en el cultivo, los cuales se estiman a continuación.

##### **13.3.1.1. Índice de balance de disponibilidad de agua (IRT)**

En el municipio de Apatzingán para obtener el resultado del índice de disponibilidad de agua, se tomó como base el promedio simple de los valores de disponibilidad de agua del año 2003 a 2011 (nueve años), obteniendo el valor de 1. Este valor indica que el municipio presenta un riesgo alto a los efectos del cambio climático debido a que el 59% del producto en el municipio se siembra bajo la modalidad de temporal, por lo que depende en amplio espectro del clima y de su comportamiento. Debido a que se la vulnerabilidad es el valor contrario a la capacidad adaptativa el valor se tomará como 0 (cero).

Por otra parte, debe tomarse en cuenta que el número de hectáreas cultivadas en 2011 en la condición de temporal respecto la de los años anteriores, ha mantenido un promedio de 6640 ha de cultivo, manteniendo esta cantidad de superficie desde el 2005, ya que en 2003 y 2004 se contaba con solo 4950 ha y 3380 ha respectivamente.

**Tabla 12.** IRT del municipio de Apatzingán, Michoacán 2003-2011.

MUNICIPIO	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	IRT = STEMP / ST PROMEDIO
APATZINGAN	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	<b>0.94</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP.

IRT= 1-1 =0

### 13.3.1.2. Índice de uso de tecnología de la agricultura para el aguacate de temporal en Apatzingán (UTA)

Habiendo obtenido los datos de Especialización productiva (EP), se obtiene un valor de  $EP=0.0302$ , lo cual indica que el cultivo de aguacate en el municipio de Apatzingán tiene una **MUY BAJA** especialidad productiva respecto al estatal, lo cual se traduce en muy bajos rendimientos y niveles de producción.

De esta manera haciendo el conglomerado para la evaluación de la capacidad del sistema productivo:

**Tabla 13.** CSP para el Municipio de Apatzingán.

IRT	UTA*	CSP
0	0.03	0.015

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP (2003-2011).

En base a lo anterior se estima que la capacidad de adaptación del sistema productivo en el municipio de Apatzingán es MUY Bajo, basado en el hecho de que todo el cultivo del aguacate está regido por el sistema de temporal y tiene una muy baja tecnificación, por lo que su sistema productivo tiene una alta vulnerabilidad.

### 13.3.2. Sistema Social del Aguacate de Temporal en el Municipio de Apatzingán

Los valores se obtienen a partir del trabajo realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (PNUD, 2007) para entidades municipales. Aquí se tomarán en cuenta dos indicadores principalmente: el Índice de Desarrollo Humano Municipal estimado en el 2005 (IDH); y el Índice de Desarrollo relativo al Género (IDG) 2005. Así los resultados para el Municipio de Apatzingán se muestran a continuación:

**Tabla 14.** IDG e IDH para el municipio de Apatzingán.

MUNICIPIO	IE 2005	IS 2005	II 2005	IDH 2005	IDG 2005
Apatzingán	0.7733	0.8544	0.7468	0.7914	0.7835

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del PNUD, (2007).

Tomando en cuenta los criterios del PNUD Municipal, el IDH se cualifica en base a la ponderación de la tabla de abajo. Por otra parte la vulnerabilidad también se ponderará de acuerdo con los niveles de IDH correspondientes.

Según los datos anteriores el municipio presenta un nivel medio bajo del índice de ingresos, lo cual significa que mantiene un ingreso PIB per cápita apenas sirve para resolver las necesidades básicas de la familia y en caso de pérdida las familias serían altamente vulnerables este valor se encuentra dentro de un promedio de 8774 dólares anual, sin embargo el ingreso estimado per cápita anual entre hombres y mujeres muestra una gran brecha, el primero promedia 12638 dólares anuales, mientras que las mujeres promedian 5091 dólares.

Por otra parte, el Índice de salud del municipio de Apatzingán muestra que se encuentra dentro de un nivel muy alto, lo cual implica que la tasa de mortalidad infantil es muy baja, y en consecuencia, la tasa de esperanza de vida es alta. Siendo que este valor incide directamente en la capacidad de desarrollo y la productividad del individuo. El municipio cuenta con los recursos y la infraestructura para mantener en buenas condiciones de salud a los pobladores.

El Índice de educación muestra que la tasa de matriculación, y alfabetización es media-alta. En el ámbito local, la educación es de gran importancia no solo porque transmite la visión de aquello que es importante para el lugar donde se vive, sino porque prepara al individuo para aprovechar las oportunidades disponibles en su entorno o incluso cambiar su actividad. Por tanto la tasa de matriculación, la eficiencia terminal, la tasa de alfabetización, tanto en hombres como en mujeres son indicadores que se ven reflejados en este IE. Sin embargo es importante destacar que debe mejorar la tasa de asistencia escolar tanto en hombres como en mujeres.

El IDH de Apatzingán muestra que el municipio tiene fortalezas tal como lo es el Índice educativo y el Índice de la salud, sin embargo los ingresos siguen siendo apenas mínimos para solventar las necesidades básicas de la población.

Por otra parte el IDG municipal se pondera dentro de un nivel medio-alto lo cual muestra un nivel de desigualdad entre hombres y mujeres medio tanto el ingreso como en las oportunidades a las que las mujeres tienen acceso.

**Tabla 15.** CSS para el municipio de Apatzingán.

IDH	IDG	CSS
0.7914	0.7835	0.7874

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del PNUD, (2007).

### 13.3.3. Sistema Económica del Aguacate de temporal en Apatzingán, Michoacán

#### 13.3.3.1. Índice del Uso de Tecnología en la Agricultura (UTA)

Tomando en cuenta el marco teórico, para este valor se tomará en cuenta que el  $UTA=EP$ , sin embargo en este caso el hecho de tener una alta especialización implica que el cultivo mantiene una alta inversión económica, por lo que si hubiera una contingencia ambiental también habría grandes pérdidas económicas por lo que el valor de EP se le restará el valor de 1. Es decir a mayor EP, mayor inversión y con ello mayor vulnerabilidad y en consecuencia muy baja o nula capacidad adaptativa y viceversa.

En el caso de Apatzingán el valor de  $EP=0.030$  por ello para el caso del sistema económico el valor de  $UTA = 1-EP$ , por tanto el valor quedará de la siguiente manera: si el valor de  $UTA= (1-0.030) = 0.97$ . Esto significa que al tener tan baja especialidad productiva en el cultivo de aguacate de temporal en este municipio, la inversión es muy baja y por tanto la pérdida económica no sería representativa para el mismo. Por tanto la capacidad adaptativa sería **ALTA**.

**Tabla 16.** UTA para Apatzingán.

UTA	UTA
1-0.030	0.97

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

### 13.3.3.2. Índice del Valor de la Producción de Aguacate Municipal

Este dato se obtiene con el fin de cualificar y cuantificar el valor económico que representaría la pérdida del cultivo por efecto de un factor ambiental. Para ello se muestra a continuación el resultado de este para Apatzingán.

**Tabla 17.** Índice de Valor de Producción para Apatzingán.

Municipio	VP R-T	VP temporal	VP riego	Índice VP municipal 2011
APATZINGÁN	28,966	28,966	0	1

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

Esto implica que la pérdida por efectos del cultivo de aguacate de temporal representa un valor mayor para el municipio ya que no hay un ingreso derivado del cultivo de riego. Sin embargo corresponde a una pérdida muy importante para los productores de aguacate del municipio. Por ello, la capacidad adaptativa de los productores quedaría fuera de toda capacidad de recuperación. En base a lo planteado en la metodología, el valor del índice quedará tomando como base el del aguacate de temporal:

IVPmunicipal	CVVP
1 – 1 =	0

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

La suma de estos dos indicadores nos muestra el valor de la Capacidad del Sistema Económico (CSE) del municipio:

**Tabla 18.** CSE para el municipio de Apatzingán.

UTA	CVVP	CSE
0.97	0	<b>0.48</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

De esta manera para estimar la Capacidad Adaptativa del sistema productivo y del municipio de Apatzingán, se suman los tres valores de sistema productivo, sistema social y sistema económico, con lo cual se observa que el en general se cuenta con una capacidad adaptativa que presenta algunas deficiencias en sectores como el sistema económico ya que

la mayor parte de los ingresos dependen del comportamiento del CC y en caso de una pérdida de los cultivos las pérdidas de la infraestructura de estos resultarían muy altos ya que éste se encuentra altamente tecnificado. Además que el sistema social requiere mayor atención principalmente en incrementar el nivel de ingresos de los habitantes.

**Tabla 19.** CA para el municipio de Apatzingán.

CSP	CSS	CSE	CA
0.015	0.7874	0.48	<b>0.427</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

### 13.4. Vulnerabilidad Agrícola del Aguacate en Apatzingán, Michoacán

En base a toda la información obtenida se realiza el promedio simple de todos los datos anteriores incluida la variabilidad climática, la sensibilidad de los rendimientos y la capacidad de adaptación del sistema productivo y municipal, los resultados quedan de la siguiente manera:

**Tabla 20.** Vulnerabilidad agrícola del municipio de Apatzingán.

Localidad	Variabilidad Climática Temperatura	V	Variabilidad Climática Precipitación	V	Sensibilidad	V	VCA	VA APATINGAN
<b>Apatzingán</b>	1.7°C	<b>1</b>	+1.7%	0	+3%	0	0.57	1.57
<b>Arteaga</b>	0.9°C	<b>0.5</b>	+1.4%	0	+3%	0	0.57	1.07
<b>Acahuato</b>	1.4°C	<b>1</b>	-2.1%	0.5	+3%	0	0.57	1.93
							<b>VA=</b>	<b>1.52</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información derivada del SIAP (2003-2011), SMN (1922-2010), PNUD (2007).

### **VULNERABILIDAD AGRÍCOLA (VA) APATZINGÁN = 1.52**

La vulnerabilidad de este municipio dadas las diferentes mediciones de la variabilidad climática en base a su altitud, se observa que la localidad de Apatzingán (682 msnm) muestra una **Vulnerabilidad Media** donde su principal debilidad respecto es la variabilidad climática. Esta situación se muestra de igual manera en la localidad de Acahuato (1000 msnm). Sin embargo en la localidad de Arteaga (940 msnm). Sin embargo

el resto de los datos se obtienen de manera municipal promedio, por lo que la medición se tomará de manera general promedio.

Esto implica que el valor de la vulnerabilidad agrícola del aguacate de temporal en el municipio de Apatzingán, presenta una VULNERABILIDAD AGRÍCOLA MEDIA, en base a los siguientes preceptos:

Muestra una alta vulnerabilidad en la variabilidad climática de la temperatura ya que las tendencias de las temperaturas máximas muestran una tendencia de variación promedio de  $\pm 1.3^{\circ}\text{C}$  a lo largo de un periodo de 87, 43 y 30 años respectivamente. La temperatura mínima tiende a aumentar sólo en Apatzingán y a disminuir en las otras dos localidades con una VC promedio de  $\pm 1.4^{\circ}\text{C}$ , y la temperatura media varía en  $\pm 1.1^{\circ}\text{C}$ . Por lo que se considera que ésta es la tendencia que tendrá el municipio en adelante. Por ello, deben implementarse algunas acciones para que este cambio al parecer irrevocable no afecte peligrosamente el cultivo a mediano plazo, aunque la tendencia en los municipios varía según la latitud y altitud, a mayor altitud la tendencia es a aumentar y viceversa.

La precipitación en Apatzingán y en Arteaga, muestra un ligero aumento en un por lo menos 1.4%, por ello ésta no se considera por el momento un efecto del cambio de clima en el municipio. Sin embargo en el caso de Acahuato sí se observa una ligera disminución en el volumen total precipitado por lo que esta localidad muestra mayor vulnerabilidad ante la VC.

El rendimiento del aguacate de temporal en el municipio de Apatzingán, muestra un ligero incremento promedio (3%) a lo largo de diez años (2003-2012) al pasar de 4.9 ton/ha a 5.1 ton/ha promedio. Esto significa que no ha existido un cambio negativo debido al cambio de clima observado en la región. Sin embargo, es importante destacar que el rango de medición es corto y podría no ser significativo respecto al rango que presentan las temperaturas en el municipio.

Por último, la capacidad adaptativa muestra que el sistema productivo tiene algunas debilidades como el hecho de que el 100% de la siembra se riega a través de aguas de

temporal, se encuentran a expensas del comportamiento del clima y sus variaciones, lo cual lo hace vulnerable a los cambios meteorológicos de la región.

Por otro lado dentro de las condiciones sociales se muestra que el nivel educativo de la región es medio alto lo cual implica una matriculación media con una eficiencia terminal de media a buena. Resultado que supondría que la población sería capaz de cambiar de la forma de obtención de ingresos en caso de que el cultivo de aguacate no fuera rentable.

En la salud se observa que se encuentra dentro de los valores muy altos. Lo cual y haciendo un análisis de los resultados significaría que del total de la población de Apatzingán, la mayor parte cuenta con derechohabencia, y centros de salud que mantendrían en plenitud a la población. Sin embargo no hay que olvidar que existe una población muy vulnerable que se encuentra en extrema pobreza e incluso no cuenta con acceso a la alimentación.

La parte más vulnerable respecto a las condiciones sociales en el municipio de Apatzingán se localiza en el nivel de ingresos que reciben los pobladores, el cual se localiza dentro de los niveles medio-bajos. Siendo este un factor importante para la continuación de la pobreza y más aun con aquellos que se dedican a las actividades agrícolas y de bajo ingreso. Por ello la población a pesar de contar con servicios educativos y de salud, aun no cuentan con ingresos que les permitan una vida tranquila y sin carencias básicas.

El sistema económico muestra que el municipio tiene una alta vulnerabilidad a perder los ingresos por la pérdida parcial o total de la siembra del aguacate, ya que son los ingresos representan el 100% de los totales por la siembra del producto, entonces su pérdida podría afectar a la población dedicada a esta actividad.

A manera de conclusión se estima que a mediano plazo el clima del municipio continuará con la tendencia observada al momento y las variaciones se estarán estimando en casi  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  y las pérdidas en cuanto volumen pluvial serán muy notorias y principalmente en el caso de algunas latitudes, por lo que aunque no se observen cambios en los rendimientos, probablemente sí se observen en el nivel de producción. Además socialmente si se llegase a perder los cultivos aunado a los problemas sociales existentes en la población, en el municipio probablemente se exaltarían aún más los anteriores.

## 14. Municipio de Los Reyes, Michoacán

### 14.1. Variabilidad Climática del Municipio de Los Reyes, Michoacán

Para este municipio se localizan dos estaciones climatológicas del sistema Meteorológico Nacional (SMN), sin embargo una estación a pesar de contar con más de 40 años de datos meteorológicos, éstos no cuentan con una tendencia clara que determine la variabilidad de este, es decir los datos no se consideran confiables para efectos de este trabajo.

La estación meteorológica elegida, cuenta con una base de datos de 43 años ubicada en una Latitud 19° 34' Longitud 102° 35' y se encuentra a una altura de 1225 msnm. Dado que la cantidad de años es suficiente para cumplir con los requerimientos para establecer una variabilidad en el comportamiento climatológico confiable, el resultado de la tendencia podrá acreditarse como significativo.

#### 14.1.1. Temperatura Máxima

El valor de la temperatura máxima promedio arroja una variabilidad promedio de +1.0°C con una tendencia ligera a la alza en 9 de los 12 meses del año durante el periodo de 1955 a 1998 (43 años). Septiembre, octubre y noviembre son los meses con tendencia a disminuir la temperatura máxima; el resto tiende a aumentar (ver figuras 68 y 69). Los meses que presentan una mayor variabilidad con los meses de febrero con 1.3°C y abril con 1.4°C.

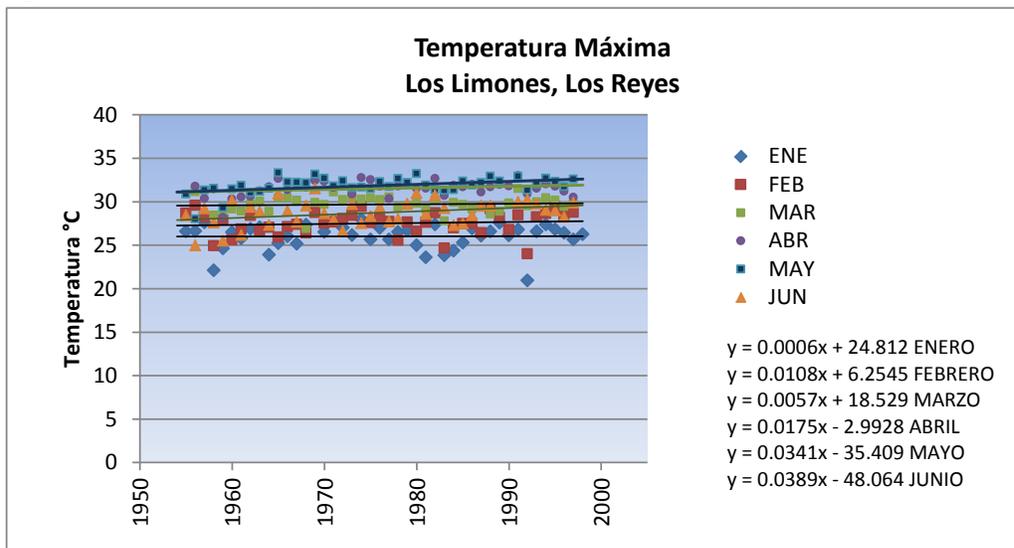
Respecto al valor de temperaturas máximas en los doce meses del año, estas oscilan entre los 26°C (enero y diciembre) y los 32°C, siendo los meses más calurosos marzo, abril y mayo. De esta manera temperatura máxima promedio anual en el municipio de Los Reyes se establece en 28°C con una tendencia a la alza de 1°C.

Las temperaturas promedio mensual-anual de los 42 años de datos se muestran a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
26	28	30	32	32	29	26	27	27	27	28	26

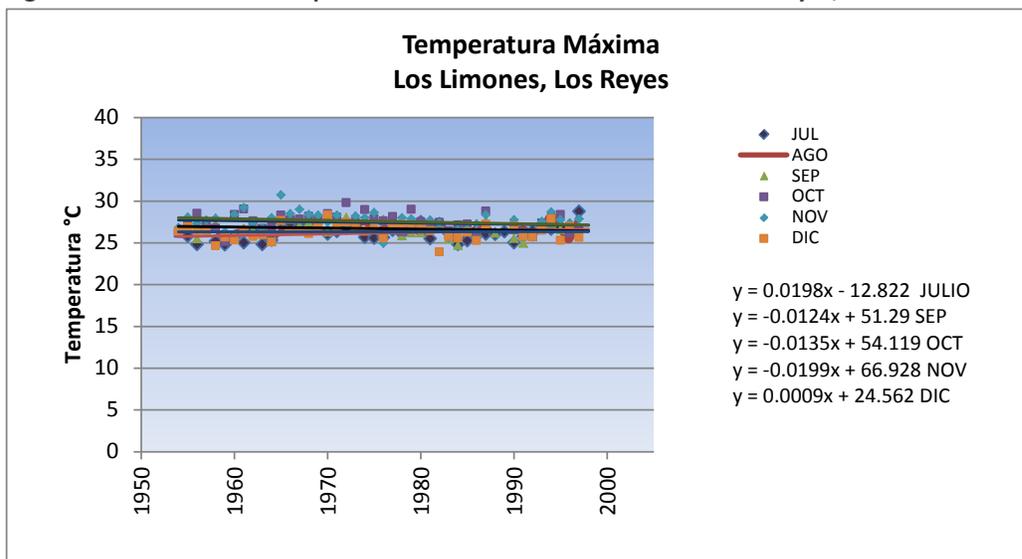
Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Fig. 68. Tendencia de la temperatura máxima Enero-Junio en Los Reyes, Michoacán 1955-1998.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN en Michoacán.

Fig. 69. Tendencia de la temperatura máxima Julio-Diciembre en Los Reyes, Michoacán 1955-1998.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN en Michoacán.

### 14.1.2. Temperatura Mínima

El valor de la temperatura mínima promedio arroja una variabilidad promedio de  $-0.8^{\circ}\text{C}$  con una tendencia a la baja en 11 de los 12 meses del año (excepto febrero) durante el periodo de 1955 a 1998 (43 años) y solo el mes de febrero la temperatura tiene una

tendencia positiva en la temperatura (ver la figura 70 y 71). El valor promedio de la temperatura mínima es de 13.9°C.

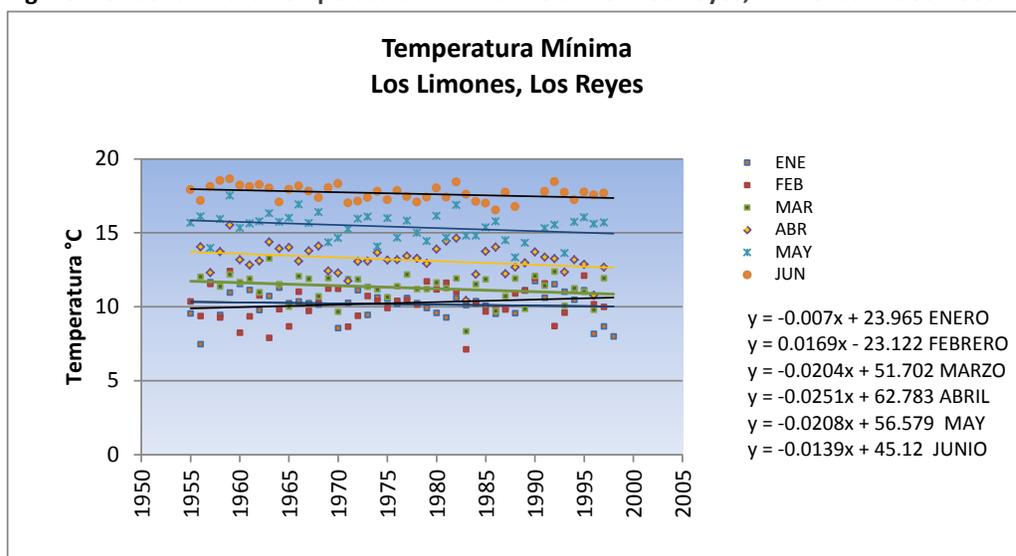
El mes que presentan una mayor variabilidad es enero con  $\pm 1.2^{\circ}\text{C}$  y febrero con  $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ . Respecto al valor de temperaturas mínimas en los doce meses del año, estas oscilan entre los 10°C (enero y febrero) y los 18°C, siendo los meses más fríos enero y febrero y los más calientes junio, julio y agosto. De esta manera temperatura máxima promedio anual en el municipio de Los Reyes se establece en 14°C con una tendencia a la baja de 0.8°C.

La temperatura mínima promedio mensual-anual de los 43 años de datos se muestra a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
10	10	11	13	15	18	17	17	16	15	13	11

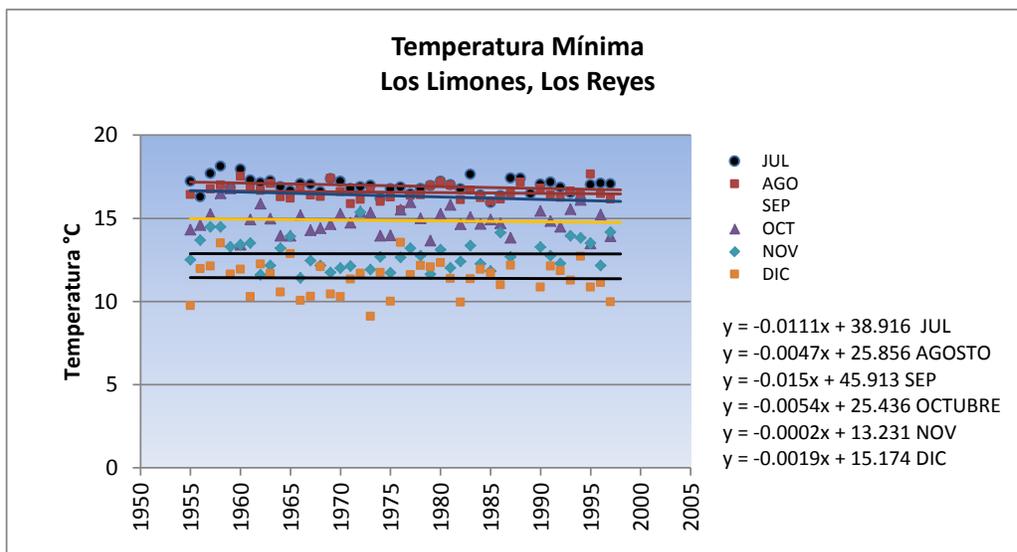
Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Fig. 70. Tendencia de la Temperatura Mínima Ene-Jun en Los Reyes, Michoacán 1955-1998.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Fig. 71. Tendencia de la Temperatura Mínima julio-diciembre en Los Reyes, Michoacán 1955-1998.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

### 14.1.3. Temperatura Media

El valor de la temperatura media arroja una variabilidad promedio de  $\pm 0.7^{\circ}\text{C}$  con una tendencia a la baja en 7 de los 12 meses del año durante el periodo de 1955 a 1998 (43 años) (ver figura 72 y 73).

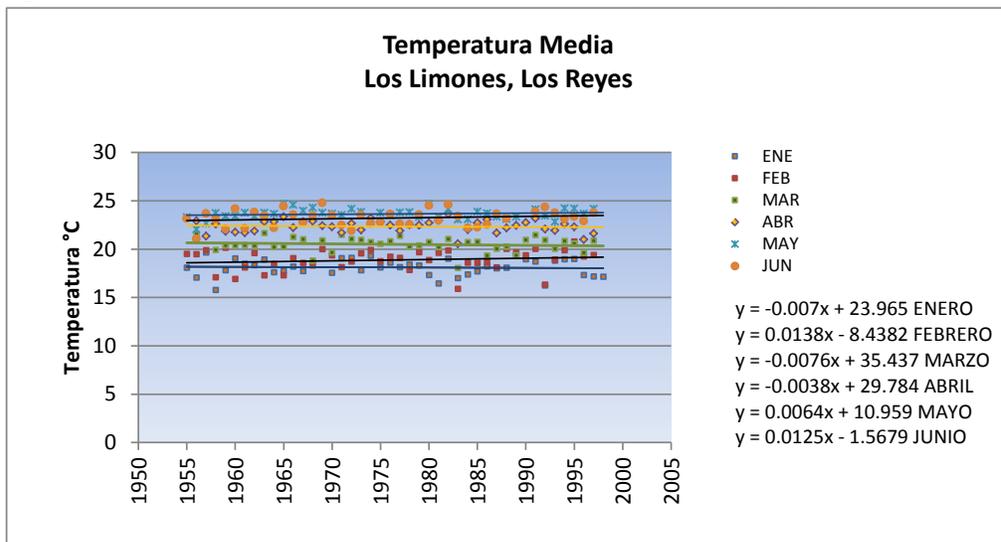
El mes que presentan una mayor variabilidad es enero con  $\pm 1.1^{\circ}\text{C}$  y el que presenta la menor es agosto con  $0.4^{\circ}\text{C}$ . Respecto al valor de temperaturas mínimas en los doce meses del año, estas oscilan entre los  $18^{\circ}\text{C}$  (enero) y los  $24^{\circ}\text{C}$ , siendo los meses más fríos enero y diciembre; y los más calientes abril, mayo, y junio. De esta manera temperatura máxima promedio anual en el municipio de Los Reyes se establece en  $21^{\circ}\text{C}$  con una tendencia a la baja de  $0.7^{\circ}\text{C}$ .

La temperatura mínima promedio mensual-anual de los 43 años de datos se muestra a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
18	19	21	22	24	23	22	22	22	21	20	19

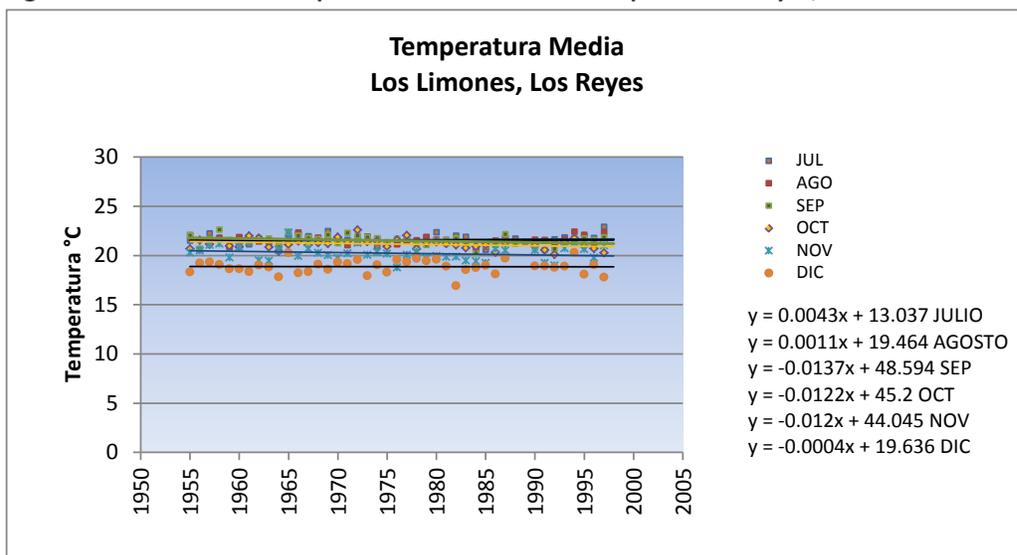
Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Fig. 72. Tendencia de la Temperatura Media en el Municipio de Los Reyes, Michoacán 1955-1998.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Fig. 73. Tendencia de la Temperatura Media en el Municipio de Los Reyes, Michoacán.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Este resultado muestra que la temperatura en el municipio tiene diferentes tendencias las cuales se observan polarizantes, ya que la temperatura máxima muestra aumento y la temperatura media y mínima tienden ligeramente a disminuir. Por lo que se prevé que esta

podría ser la tendencia de este municipio, en donde la época más caliente sea todavía más caliente, y la más fría disminuya (ver tabla 21).

**Tabla 21.** Tendencias de las temperaturas del Municipio de Los Reyes 1955-1998

<b>VC</b>	<b>VC</b>	<b>VC</b>	<b>VC</b>
<b>Temperatura Máxima</b>	<b>Temperatura Mínima</b>	<b>Temperatura Media</b>	<b>Promedio</b>
<b>+1.0°C</b>	<b>-0.8°C</b>	<b>-0.7°C</b>	<b>±0.8°C</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SMN Michoacán.

#### **14.1.4. Precipitación Total**

La precipitación del municipio de Los Reyes durante el periodo 1954-1999 presenta el siguiente comportamiento:

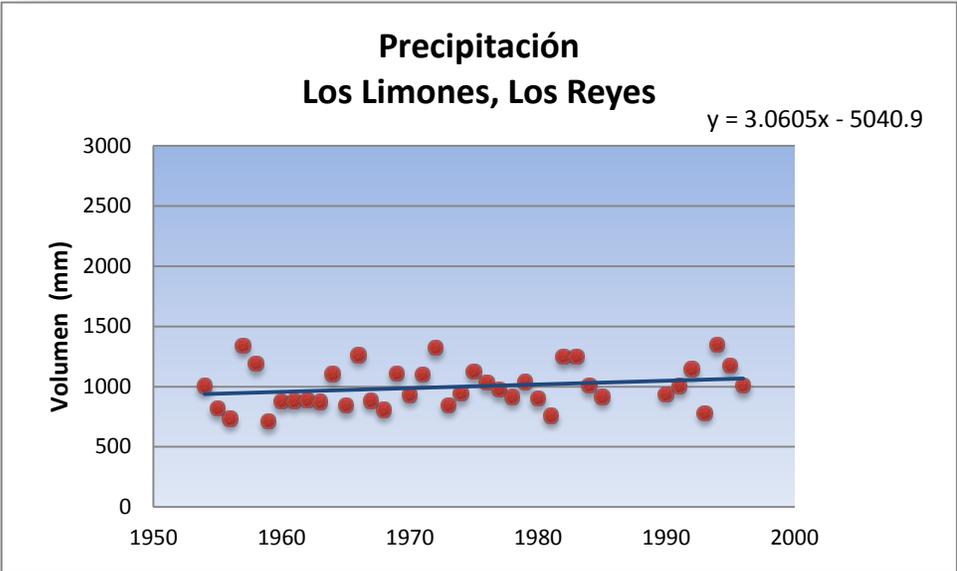
Durante el mes de enero presenta una disminución de 8 mm; febrero presenta una aumento en 5 mm en su comportamiento; marzo no presenta cambio significativo; abril disminuye en 4.9 mm; mayo aumenta 3 mm; junio ha mostrado un importante aumento en 22 mm, al igual que julio en 28 mm, agosto también aumenta en 18 mm, septiembre también varió de manera importante en +26 mm, octubre aumenta en 11 mm, noviembre varió en +10 mm y diciembre apenas gana 1 mm.

Al observar los valores anuales totales de precipitación, se puede ver que ha tenido una tendencia a incrementar en un 6.6% anual del volumen promedio, sin embargo hay que tomar en cuenta que en base a la revisión literaria, el aguacate Hass es de 650 mmH<sub>2</sub>O a 2200 mmH<sub>2</sub>O, por tanto, el Los Reyes aún se encuentra dentro del rango permisible, el nivel de precipitación promedio anual es de 1000 mmH<sub>2</sub>O, sin embargo en el mediano plazo, si el comportamiento del clima se mantiene en este sentido, deberá revisarse.

Por otra parte, si bien no ha cambiado significativamente el volumen de precipitación anual total, si ha cambiado la distribución de precipitación durante algunos meses del año, por ejemplo ahora llueve más durante el mes de julio, agosto y septiembre. Y llueve menos en el mes de abril.

De esta manera se estima que la VC de precipitación ha sido positiva en un valor de 6.6%, situación que se puede verificar en la figura 74:

Fig. 74. Comportamiento de la precipitación total en el municipio de Los Reyes, Michoacán 1955-1998.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

La variabilidad climática para el municipio de Los Reyes queda de la siguiente manera:

Tabla 22. Variabilidad climática de precipitación para el municipio de Los Reyes.

VC Precipitación	Valor de VC
6.6%	0.5

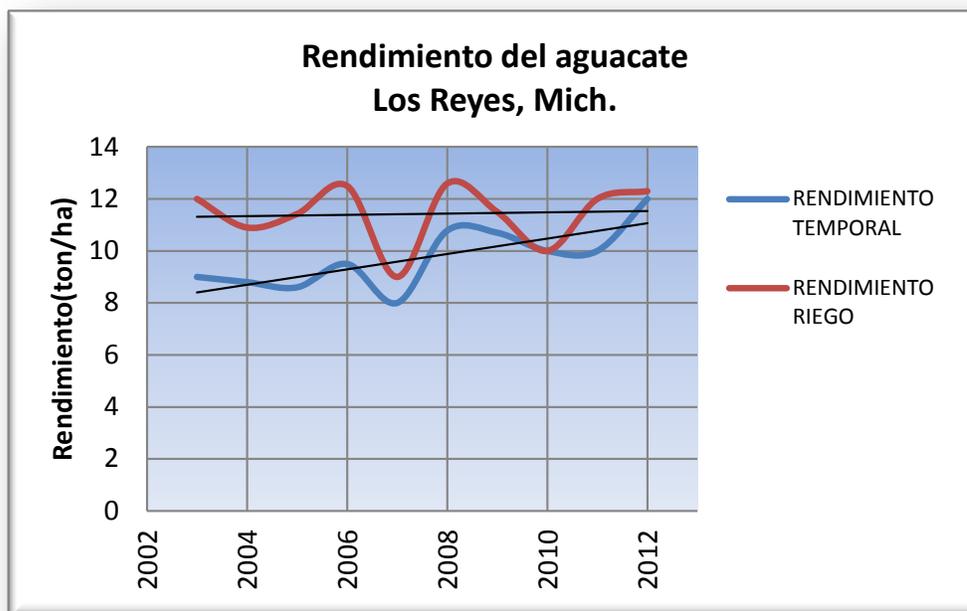
Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

**14.2. Sensibilidad de la Productividad Ante la Variabilidad Climática del Municipio de Los Reyes**

Para medir este indicador, se toma en cuenta los rendimientos del aguacate tanto de temporal como de riego para poder realizar un comparativo en el caso de que el sistema de

riego a la fecha haya sido un factor determinante en la productividad del producto. En base a lo anterior observamos en la figura 75 los siguientes resultados:

Fig. 75. Tendencia del Rendimiento del Aguacate de Temporal vs Aguacate de Riego en el Municipio de Los Reyes, Michoacán 2003-2012.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP-SEMARNAT.

El rendimiento del aguacate de temporal en el municipio de Los Reyes, a lo largo de diez años (2003-2012), muestra un incremento en un 33% al pasar de 9 ton/ha en el 2003 a 12 ton/ha en el 2012. No se considera que el CC en el municipio esté propiciando un cambio o un detrimento en los rendimientos del producto al menos en las condiciones actuales.

Sin embargo en el caso del aguacate por riego del municipio ha mostrado variaciones erráticas tanto en aumento como en detrimento, pero en los dos últimos años ha tenido un rendimiento entre 10 ton/ha y 12 ton/ha.

De esta manera se concluye que la tendencia del rendimiento del aguacate de temporal lejos de disminuir ha mostrado un importante avance, al mostrar un aumento en un 33%. De esta manera se asume que el municipio tiene una baja sensibilidad productiva en el cultivo del

aguacate de temporal, ya que lejos haber reducido su rendimiento este muestra un notorio incremento.

**Tabla 23.** Sensibilidad en el rendimiento en el municipio de Los Reyes.

<b>Sensibilidad rendimiento</b>	<b>V</b>
<b>+33%</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

### **14.3. Capacidad Adaptativa del Municipio y del Sistema Productivo de Los Reyes, Michoacán**

#### **14.3.1. Sistema Productivo del Aguacate en el Municipio de Los Reyes**

La vulnerabilidad por su parte está conformada por el índice de disponibilidad de agua (IRT), índice del uso de la tecnología en el cultivo, los cuales se estiman a continuación.

##### **14.3.1.1. Índice de balance de disponibilidad de agua (IRT)**

En el municipio de Los Reyes para obtener el resultado del índice de disponibilidad de agua, se tomó como base el promedio simple de los valores de disponibilidad de agua del año 2003 al 2012 (diez años), obteniendo el valor de 0.81 (ver tabla 24). Este valor indica que el municipio presenta un riesgo alto al cambio climático, ya que predominantemente se trata de un municipio con una mayoría en el cultivo de temporal en más del 80%, y se trata de una fracción importante que vulnera al 80 por ciento de tierra dedicada al cultivo este producto y principalmente a aquellos productores de menos recursos. Y en caso de que se presente una inestabilidad climática, más de las tres cuartar partes de los sembradíos dedicados a este producto podría presentar pérdidas importantes.

Es importante destacar que durante los dos últimos años (2011 y 2012), no ha variado, por lo que se mantiene en 6100 hectáreas de cultivo de temporal contra 520 hectáreas de cultivo de riego.

**Tabla 24.** IRT del municipio de Los Reyes, Michoacán.

MUNICIPIO	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	IRT = STEMP / ST PROMEDIO
LOS REYES	0.84	0.84	0.50	0.84	0.84	0.84	0.86	0.85	0.85	0.81

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP.

$$\text{IRT}=1-0.81=0.19$$

#### 14.3.1.2. Índice de Uso de Tecnología de la Agricultura para el Aguacate de Temporal en Los Reyes (UTA)

Habiendo obtenido los datos de Especialización Productiva (EP), se obtiene un valor de  $EP=0.8511$ , lo cual indica que el cultivo de aguacate en el municipio de Uruapan tiene una especialidad productiva en un nivel alto respecto al estatal, lo cual se traduce en muy altos rendimientos comparados con los del estado, y grandes superficies de cultivo y producción de aguacate respecto a los niveles que se manejan en el estado de Michoacán. Por tanto el valor del  $EP = 0.85$

De esta manera haciendo el conglomerado para la evaluación de la capacidad del sistema productivo:

**Tabla 25.** CSP del municipio de los Reyes.

IRT	UTA	CSP	CSP
0.19	0.85	$0.19 + 0.85=1.62/2$	0.52

Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP (2003-2012).

#### 14.3.2. Sistema Social del Aguacate de Temporal en el Municipio de Los Reyes

Los valores se obtienen a partir del trabajo realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (PNUD, 2007) para entidades municipales. Aquí se tomarán en cuenta dos indicadores principalmente: el Índice de Desarrollo Humano Municipal estimado en el 2005 (IDH); y el Índice de Desarrollo relativo al Género (IDG) 2005. Así los resultados para el Municipio de Los Reyes se muestran a continuación:

**Tabla 26.** IDG e IDH del municipio de los Reyes.

<b>MUNICIPIO</b>	<b>IE 2005</b>	<b>IS 2005</b>	<b>II 2005</b>	<b>IDH 2005</b>	<b>IDG 2005</b>
<b>Los Reyes</b>	0.7741	0.8575	0.7242	0.7852	0.8108

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del PNUD, (2007).

Tomando en cuenta los criterios del PNUD Municipal, el IDH se cualifica en base a la ponderación de la tabla de abajo. Por otra parte la vulnerabilidad también se ponderará de acuerdo con los niveles de IDH correspondientes.

El IDH que refleja el municipio es Medio-Alto, lo cual sugiere que si bien existen algunas carencias en el ámbito productivo, social y económico, también existen fortalezas que la conforman. Por ejemplo, la principal fortaleza corresponde al Índice de salud muestra que se encuentra dentro de un nivel muy alto, lo cual implica que su tasa de mortalidad infantil es baja, y en consecuencia, la tasa de esperanza de vida es alta. El promedio de hijos nacidos vivos es de 2.6. Siendo que este valor incide directamente en la capacidad de desarrollo y la productividad del individuo. El municipio cuenta con los recursos y la infraestructura para mantener en buenas condiciones a los pobladores.

El Índice de educación (IE) muestra un valor que pertenece a Medio-Alto, a lo cual se observa dentro de la estadística que el Índice de analfabetismo en la población de 15 años o más es del 6.7%, uno de los valores más bajos del estado, sin embargo el 21.5% de la población de 5 años o más no tiene la primaria completa. En el ámbito local, la educación es de gran importancia no solo porque transmite la visión de aquello que es importante para el lugar donde se vive, sino porque prepara al individuo para aprovechar las oportunidades disponibles en su entorno o incluso cambiar su actividad. Por tanto la tasa de matriculación, la eficiencia terminal, la tasa de alfabetización, tanto en hombres como en mujeres son indicadores que se ven reflejados en este IE.

Sin embargo el Índice de ingreso a pesar de los beneficios que le sugiere los altos valores del cultivo de aguacate la zarzamora, no se observa la correspondencia o la derrama de manera equitativa en la cadena productiva, por lo cual el Índice corresponde a un nivel medio-bajo, que si bien no demuestra un grave problema actualmente, no es suficiente para

cubrir las necesidades de la población. Además, el ingreso PIB per cápita se encuentra dentro del rango de los 7663 dólares ppc promedio, pero si desglosamos el ingreso entre hombres y mujeres, el valor del primero es de 11,325 dólares ppc de 2005 y para las mujeres 4,291, lo cual muestra una gran y amplia desigualdad en la percepción de estos.

El IDH de Los Reyes resulta el conglomerado de las necesidades principalmente en el ámbito de ingresos, ya que cuenta con niveles medio-altos de educación y muy altos en salud, pero también muestra importantes deficiencias y altas necesidades de programas de mejorar el nivel de ingreso en el municipio y el resto de indicadores que presenta deficiencias.

El IDG municipal se pondera dentro de un nivel medio-alto con se sugiere que es una región medianamente igualitaria tanto en oportunidades de empleo, como en sistemas de salud, y en niveles de educación, ya que el Índice de alfabetización, matriculación, mortalidad muestran efectivamente un nivel muy igualitario. Sin embargo el Índice de ingresos se muestra con deficiencias que los tomadores de decisiones deberán atender con acciones y políticas que diversifiquen las actuales actividades.

$$CSS = (IDH + IDG)/2$$

**Tabla 27.** CSS del municipio de los Reyes.

IDH	IDG	CSS
0.7852	0.7760	0.7806

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del PNUD, (2007).

### **14.3.3. Sistema Económico del Aguacate de Temporal en Los Reyes, Michoacán**

#### **14.3.3.1. Índice del Uso de Tecnología en la Agricultura (UTA)**

Tomando en cuenta el marco teórico, para este valor se tomará en cuenta que el  $UTA=EP$ , sin embargo a mayor inversión en el uso de tecnologías podría haber mayor pérdida en caso de un evento ambiental del CC, por ello el valor de  $UTA = 1-EP$ , por tanto el valor quedará de la siguiente manera: si el valor de  $UTA = (1-0.81) = 0.19$ , la capacidad de adaptación

será baja (alta vulnerabilidad), ya que el producto tiene alta especialización, y por tanto las pérdidas serán muy altas.

**Tabla 28.** UTA del municipio de los Reyes.

UTA	UTA
1-0.81	0.19

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, (2011).

#### 14.3.3.2. Índice del Valor de la Producción de Aguacate Municipal

Este dato se obtiene con el fin de cualificar y cuantificar el valor económico que representaría la pérdida del cultivo por efecto de un factor ambiental. El resultado para el caso del municipio de Los Reyes se muestra a continuación:

**Tabla 29.** Índice de valor de la producción del municipio de los Reyes.

Municipio	VP R-T	VP temporal	VP riego	Índice VP municipal 2011
LOS REYES	487,303.2	393,300	94,003	1.50

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, (2011).

Esto implica que la pérdida por efectos del cultivo de aguacate de temporal representa un valor mayor al del promedio estatal, pero corresponde a una pérdida muy importante para los productores de aguacate del municipio y para el municipio mismo. Para efectos de esta estimación y en base a lo planteado en la metodología, el valor del índice quedará tomando como base el del aguacate de temporal:

IVPmunicipal	CVVP
1 - 1.5 =	0

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

La suma de estos dos indicadores muestra el valor de la Capacidad del Sistema Económico (CSE) del municipio:

**Tabla 30.** CSE del municipio de los Reyes.

UTA	CVVP	CSE
0.19	0	0.09

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

De esta manera para estimar la Capacidad Adaptativa del sistema productivo y del municipio de Los Reyes se suman los tres valores de sistema productivo, sistema social y sistema económico, con lo cual se observa que en general se cuenta con una capacidad adaptativa que presenta algunas deficiencias en sectores como el sistema económico en caso de una pérdida de los cultivos las pérdidas de la infraestructura de estos resultarían muy altos ya que este se encuentra altamente tecnificado y representan el ingreso económico más importante para este.

**Tabla 31.** CA del municipio de Los Reyes.

CSP	CSS	CSE	CA
0.52	0.7806	0.09	0.46

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP (2011), PNUD (2007), INEGI.

$$VCA = 1 - 0.6233 = 0.3766$$

#### 14.3.4. Vulnerabilidad Agrícola del Aguacate en Los Reyes, Michoacán

En base a toda la información obtenida se realiza el promedio simple de todos los datos anteriores incluida la variabilidad climática, la sensibilidad de los rendimientos y la capacidad de adaptación del sistema productivo y municipal, los resultados quedan de la siguiente manera:

**Tabla 32.** Vulnerabilidad agrícola del municipio de Los Reyes.

Variabilidad Climática Temperatura	V	Variabilidad Climática Precipitación	V	Sensibilidad	V	VCA	VA Los Reyes
0.8°C	0.5	6.6%	0.5	+33%	0	0.37	$(0.5+0.5+0+0.37) = 1.37$

Fuente: Elaboración propia en base a información derivada del SIAP (2003-2012), PNUD (2007), SMN (1955-1998).

## **VULNERABILIDAD AGRÍCOLA (VA) LOS REYES = 1.4**

Esto implica que el valor de la vulnerabilidad agrícola del aguacate de temporal en el municipio de Los Reyes, presenta una **VULNERABILIDAD MEDIO**, en base a los siguientes preceptos:

El municipio de Los Reyes muestra una vulnerabilidad media en la variabilidad climática de temperatura ya que las tendencias de la máxima, mínima y media muestran un comportamiento promedio de 0.5°C a largo de un periodo de 43 años. Sin embargo, éstas no muestran una tendencia en el mismo sentido, más bien tienden a cambiar en sentidos opuestos, la máxima a aumentar y el resto a disminuir por lo que se estima que el tiempo de calor será más caluroso y el de frío más frío. Por ello, deben implementarse algunas acciones para que este cambio al parecer irrevocable no afecte de peligrosamente el cultivo a mediano plazo.

El comportamiento de la precipitación muestra una variación positiva en 6.6% a lo largo de cuatro décadas, lo cual significa que en el mediano o largo plazo (40 años) el producto presentará una debilidad por el aumento en el volumen de precipitación.

El rendimiento del aguacate de temporal en el municipio de Los Reyes, a lo largo de diez años (2003-2012), muestra un incremento en un 33% al pasar de 9 ton/ha en el 2003 a 12 ton/ha en el 2012. No se considerara que el cambio climático en el municipio esté propiciando un cambio o un detrimento en los rendimientos del producto.

Por último, la capacidad adaptativa muestra que el sistema productivo tiene algunas debilidades como el hecho de que más de que más del 80% de la siembra se riega a través de aguas de temporal. Esto significa que de los 3320 ha utilizadas para la siembra de este producto, 2800 ha son de temporal, lo cual lo hace vulnerable a los cambios meteorológicos de la región. Sin embargo el hecho de que los productores se encuentren organizados y muestren una alta tecnificación, reduce el nivel de vulnerabilidad los productores ante una amenaza como el cambio climático.

Dentro del sistema social del municipio de Los Reyes, las condiciones se muestra que el nivel educativo de la región es medio-alto lo cual implica una matriculación alta pero con carencias que requieren atenderse como la eficiencia terminal y el analfabetismo.

Con respecto al índice de salud, el municipio muestra uno de los niveles más altos, lo cual implica que cuenta con la infraestructura hospitalaria y de consulta necesaria para atender a la población.

Sin embargo una de las fuentes de vulnerabilidad más importantes en el municipio, el cual no es reciproco respecto al nivel de tecnificación productiva es el nivel de ingreso, el cual si bien ha mostrado mejoría en los últimos cinco años, no ha sido suficiente para cubrir las necesidades de la población y principalmente de aquellos que reciben salarios mínimos por su actividad económica.

Otro factor de vulnerabilidad, es el sistema económico muestra que el municipio tiene una alta vulnerabilidad a perder los ingresos por la pérdida parcial o total de la siembra del aguacate, ya que son los ingresos representan el 81% de los totales por la siembra del producto, entonces su pérdida podría afectar a la población dedicada a esta actividad. Y con ello provocar un efecto de inestabilidad que si bien ya está presente en la región, las debilidades de las actividades económicas enervan dicha situación.

Con esto se observa que la vulnerabilidad baja para el municipio de Los Reyes significa que el municipio a pesar que el clima ha presentado ya una variabilidad climática, esto no ha afectado los rendimientos productivos de manera negativa, sino más bien la población ha invertido en aumentar las tierras cultivables y los rendimientos de dicho producto. Además existen otras características sociales como la educación y los indicadores de salud que aportan una fortaleza que reduce la vulnerabilidad a un efecto negativo contra el cambio climático. Sin embargo existen también debilidades que tanto el gobierno como la población deberán resolver ya que en un mediano plazo esta situación en boga de cultivo de aguacate podría cambiar.

## 15. Municipio de Tacámbaro, Michoacán

### 15.1. Variabilidad Climática del Municipio de Tacámbaro, Michoacán

Para este municipio se localizan dos estaciones climatológicas del sistema Meteorológico Nacional (SMN), sin embargo una de ellas solo cuenta con una base de 16 años de datos, por lo que no se tomará en cuenta para la estimación de la variabilidad climática del mismo.

La segunda estación climatológica cuenta con una base de datos de 82 años ubicada en una Latitud 19° 14' Longitud 101° 28' y se encuentra a una altura de 1755 msnm. Dado que la cantidad de años es suficiente para cumplir con los requerimientos para establecer un comportamiento climatológico, el resultado de la tendencia de la variabilidad podrá acreditarse como significativo.

#### 15.1.1. Temperatura Máxima

El valor de la temperatura máxima promedio arroja una variabilidad de  $-2.3^{\circ}\text{C}$  con una tendencia a la baja en 11 de los 12 meses del año (excepto Abril) durante el periodo de 1922 a 2005 (83 años) (ver la figura 76).

Los meses que presentan una mayor variabilidad son junio, julio, agosto y septiembre donde se observan variaciones son  $2.7^{\circ}\text{C}$  y  $3^{\circ}\text{C}$  respectivamente. De esta manera temperaturas que mantenían un promedio de  $25^{\circ}\text{C}$ .

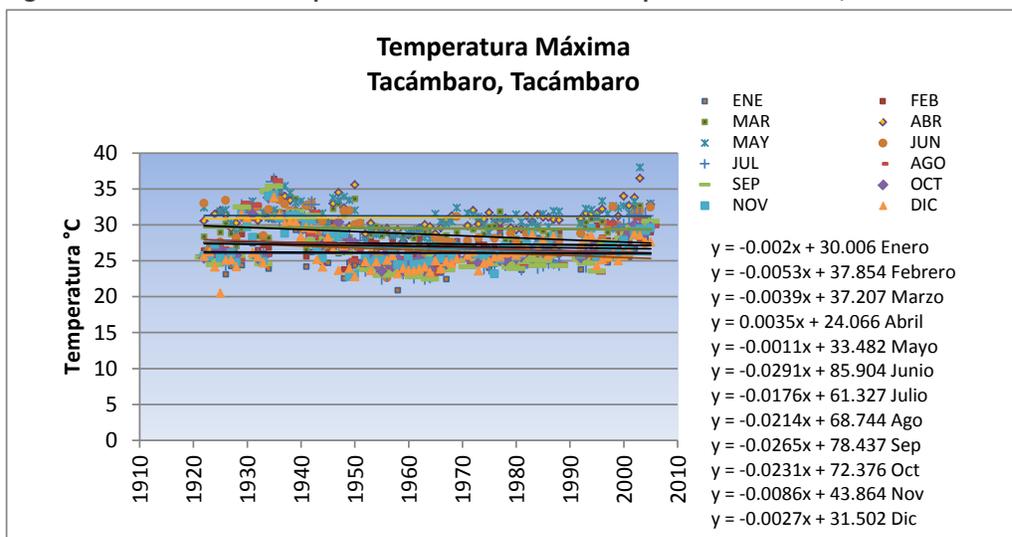
Las temperaturas promedio mensual-anual de los 83 años de datos se muestran a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
26.1	27.4	29.5	30.9	31.2	28.7	26.8	26.7	26.4	27	27	26.1

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

En base a lo anterior, la temperatura promedio máxima se estima en  $28^{\circ}\text{C}$  para el caso de este municipio.

Fig. 76. Tendencia de la temperatura máxima en el municipio de Tacámbaro, Michoacán 1922-2005.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

### 15.1.2. Temperatura Mínima

El valor de la temperatura mínima promedio arroja una variabilidad de  $-2.4^{\circ}\text{C}$  con una tendencia a la baja en los 12 meses del año durante el periodo de 1922 a 2005 (83 años) (ver la figura 77).

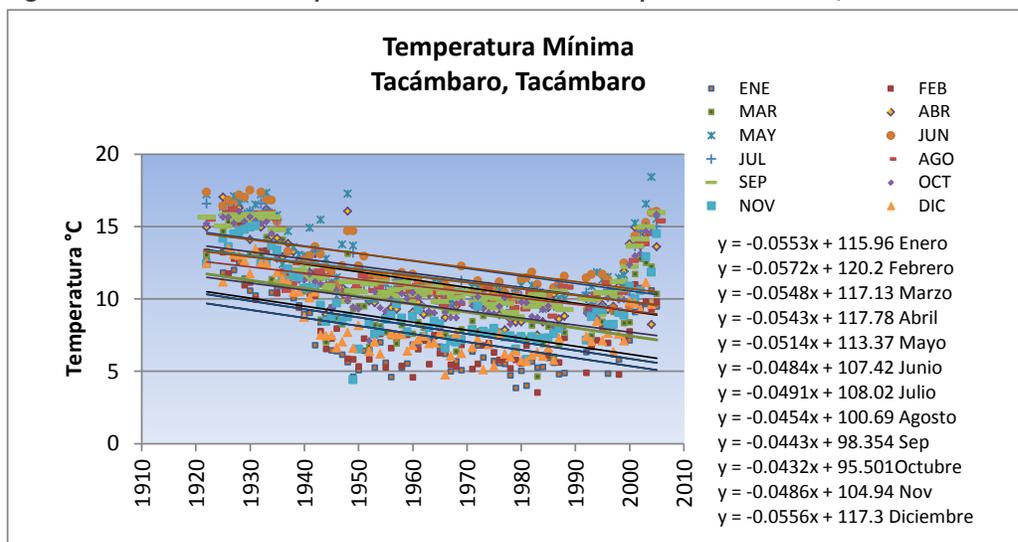
Los doce meses presentan un grado mínimo de variabilidad en por lo menos  $2.2^{\circ}\text{C}$  (agosto y septiembre) y grado máximo de  $2.7^{\circ}\text{C}$  (febrero) de diferencia respecto a la media. De esta manera la temperatura mínima promedio es de  $10^{\circ}\text{C}$ .

La temperatura mínima promedio mensual-anual de los 83 años de datos se muestra a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
7.6	8	9.5	11.2	12.4	12.5	11.8	11.6	11.5	10.8	9.6	8.3

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Fig. 77. Tendencia de la temperatura mínima en el municipio de Tacámbaro, Michoacán 1922-2005.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

### 15.1.3. Temperatura Media

La temperatura media promedio arroja una variabilidad de  $-2.0^{\circ}\text{C}$  con una tendencia a la baja en los 12 meses del año durante el periodo de 1922 a 2005 (83 años) (ver la figura 78).

Los doce meses presentan un grado mínimo de variabilidad en por lo menos  $-1.8^{\circ}\text{C}$  (marzo y abril) y grado máximo de  $-2.2^{\circ}\text{C}$  (junio, julio, agosto y septiembre) de diferencia respecto a la media. De esta manera la temperatura mínima promedio es de  $1.9^{\circ}\text{C}$ .

La temperatura media promedio mensual-anual de los 83 años de datos se muestra a continuación:

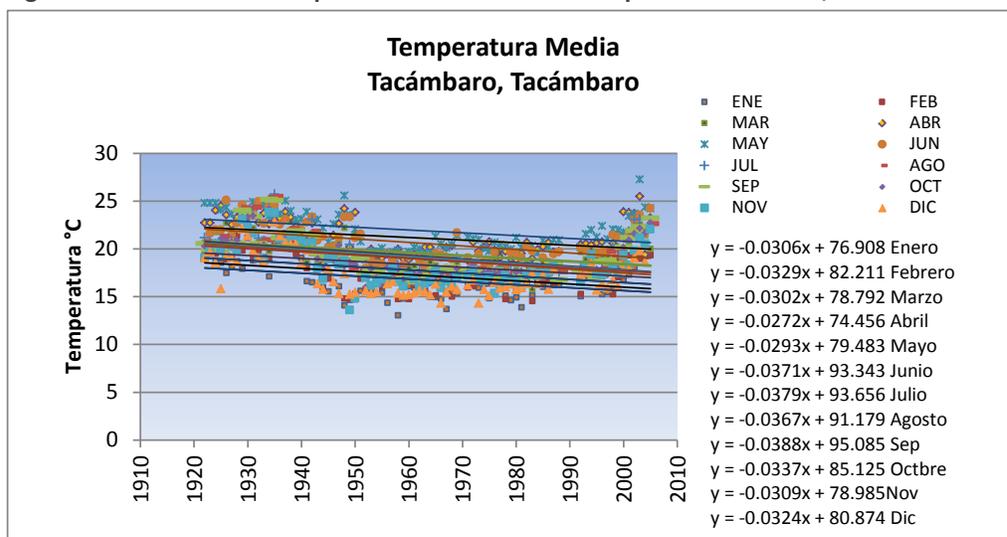
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
16.8	17.7	19.5	21.1	21.8	20.6	19.3	19.1	19	18.9	18.3	17.2

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN (1922-2005) Michoacán.

Este resultado muestra que la temperatura en todo el municipio lleva una tendencia general a disminuir en por lo menos  $2^{\circ}\text{C}$  (ver tabla 33). Aunque en los últimos 20 años se observa que tanto en la temperatura mínima como en la media un repunte a la alza de la misma. Por

lo que no se puede establecer que la tendencia se mantenga en este sentido o pueda variar en los próximos 30 años.

Fig. 78. Tendencia de la temperatura media en el municipio de Tacámbaro, Michoacán.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Tabla 33. Tendencias de las temperaturas del Municipio de Tacámbaro 1922-2005.

VC Temperatura Máxima	VC Temperatura Mínima	VC Temperatura Media	VC Promedio
-2.3°C	-2.4°C	-2.0°C	-2.2

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SMN Michoacán.

#### 15.1.4. Precipitación Total

La precipitación del municipio de Tacámbaro durante el periodo 1922-2005 presenta el siguiente comportamiento:

Durante el mes de enero presenta un incremento de  $\pm 18$  mm; febrero no presenta cambio en su comportamiento; marzo aumenta en 5mm; abril disminuye en 8 mm; mayo aumenta 2 mm; junio ha mostrado un importante aumento en 47 mm, julio disminuye en 33 mm, agosto presenta una disminución importante en 46 mm, septiembre también varió en -2 mm, octubre aumenta en 36 mm, noviembre varió en +15 mm y diciembre pierde solo 3

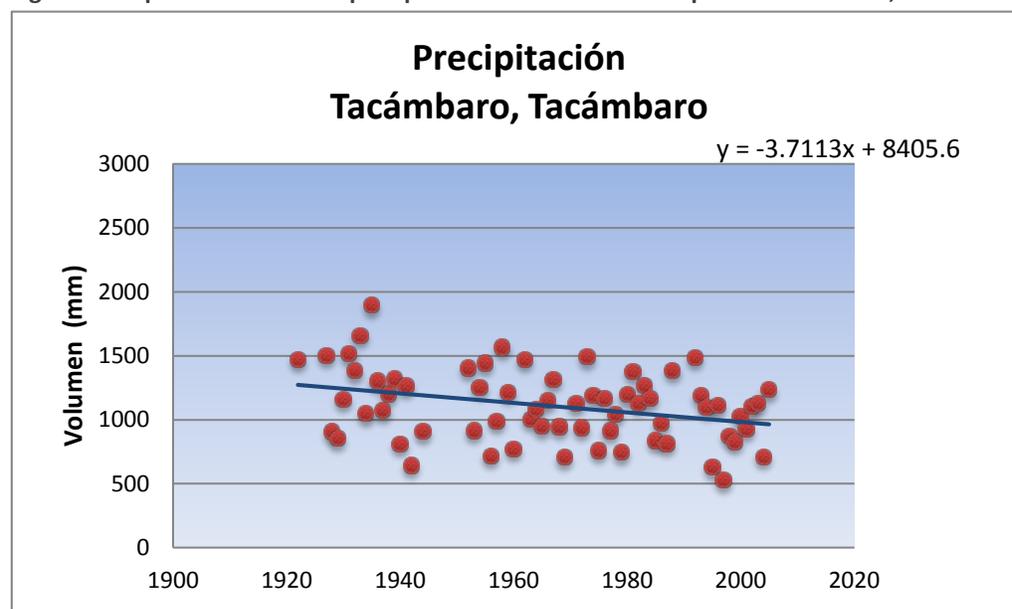
mm. Aparentemente el municipio tiene una tendencia de aumento del comportamiento pluvial en un 24%, sin embargo, los porcentajes más alto de aumento de precipitación, se da en meses de poca lluvia tal como lo es enero, marzo y noviembre, por tanto el valor de aumento no se tomar como un valor significativo. En este caso se verifica que el comportamiento de los meses con más lluvia ha sufrido cambios negativos respecto a la cantidad de lluvia, tal como se presentan en julio y agosto. Y las variaciones positivas se han dado en enero, marzo, junio (principalmente), octubre y noviembre (ver tabla 34).

**Tabla 34.** Promedios de comportamiento por década de la precipitación total en Tacámbaro, Michoacán. 1922-2005.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM VAR
1922-1931	7	2	0	2	18	161	211	244	225	130	8	16	85.24
1932-1941	2	0	0	0	17	136	430	366	258	95	11	5	110.16
1942-1951	1	2	0	4	3	67	155	227	262	56	7	3	65.39
1952-1961	21	4	0	14	36	194	314	242	250	100	24	11	100.80
1962-1971	29	8	8	38	27	200	278	249	212	68	10	5	94.39
1972-1981	31	3	3	21	29	220	278	236	218	93	15	8	96.24
1982-1991	3	6	9	2	94	175	330	221	211	47	17	1	92.99
1992-2005	34	4	9	3	35	219	248	203	231	125	30	4	95.27
D.S.	13	2	4	12	25	48	77	47	19	28	8	5	24.03
PROMEDIO	16	4	4	10	32	172	280	249	233	89	15	7	92.56
VAR mm	18	0	5	-8	2	47	-33	-46	-2	36	15	-3	2.71
													0.03
%VAR	1.13	0.06	1.46	-0.73	0.07	0.28	-0.12	-0.18	-0.01	0.40	0.98	-0.44	

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

**Fig. 79.** Comportamiento de la precipitación total en el municipio de Tacámbaro, Michoacán 1922-2005.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

En este sentido la VC pluvial ha presenta una disminución promedio del 13% lo cual en el mediano y/o largo plazo podría presentar un cambio importante para el municipio respecto a la disponibilidad de agua de temporal.

La variabilidad climática para el municipio de Tacámbaro queda de la siguiente manera:

**Tabla 35.** Variabilidad climática de precipitación en el municipio de Tacámbaro.

<b>VC</b>	<b>Precipitación</b>	<b>Valor de VC</b>
	<b>+13%</b>	0.5

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

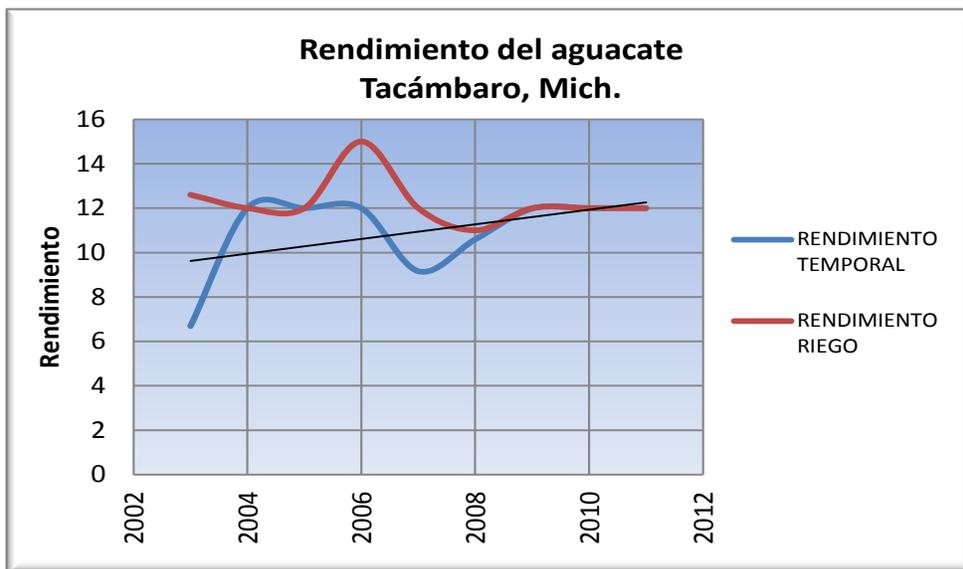
#### **15.1.5. Sensibilidad de la Productividad ante la Variabilidad Climática del Municipio de Tacámbaro**

Para medir este indicador, se toma en cuenta los rendimientos del aguacate tanto de temporal como de riego para poder realizar un comparativo en el caso de que el sistema de riego a la fecha haya sido un factor determinante en la productividad del producto. En base a lo anterior observamos los resultados (ver figura 80).

El rendimiento del aguacate de temporal en el municipio de Tacámbaro, a lo largo de nueve años (2003-2012), muestra un incremento en un 79% al pasar de 6.7 ton/ha en el 2003 a 12 ton/ha en el 2012. Con excepción del 2007 donde tuvo el rendimiento una caída de 12 ton/ha a 9 ton/ha, el resto de los años se ha mantenido en el nivel de 12 ton/ha. No se considera que el CC en el municipio esté propiciando un cambio o un detrimento en los rendimientos del producto. Sin embargo en el caso del aguacate por riego del municipio se ha encontrado un detrimento en un 5% del valor original de rendimiento. De esta manera se asume que el municipio tiene una baja sensibilidad productiva en el cultivo del aguacate de temporal, ya que lejos haber reducido su rendimiento este muestra un ligero pero notorio incremento.

De esta manera y tomando en cuenta que solo se hace la medición para el aguacate de temporal, se establece que la variabilidad climática de precipitación durante los diez años de disponibilidad de datos, no ha afectado el rendimiento de los cultivos de este producto.

Fig. 80. Tendencia del rendimiento del aguacate de temporal vs aguacate de riego en Tacámbaro, Michoacán 2003-2012.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Tabla 36. Sensibilidad en el rendimiento productivo en el municipio de Tacámbaro.

Sensibilidad rendimiento	V
+79%	0

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

## 15.2. Capacidad Adaptativa del Municipio y del Sistema Productivo de Tacámbaro, Michoacán

### 15.2.1. Sistema Productivo del Aguacate en el Municipio de Tacámbaro

La vulnerabilidad por su parte está conformada por el índice de disponibilidad de agua (IRT), índice del uso de la tecnología en el cultivo, los cuales se estiman a continuación.

#### 15.2.1.1. Índice de balance de disponibilidad de agua (IRT)

En el municipio de Tacámbaro para obtener el resultado del índice de disponibilidad de agua, se tomó como base el promedio simple de los valores de disponibilidad de agua del año 2003 al 2012 (nueve años), obteniendo el valor de 0.38 (ver tabla 38). Este valor indica

que el municipio presenta un riesgo medio al cambio climático, ya que predominantemente se trata de un municipio con una fracción (38%) que si bien no se trata de más del 50 por ciento del total de superficie sembrada bajo la condición de temporal, si se trata de una fracción importante que vulnera casi el 40 % de tierra dedicada a este producto. Y en caso de que se presente una inestabilidad en el comportamiento pluvial, más de la tercera parte de los sembradíos dependen de éste.

Por otra parte, debe tomarse en cuenta que el número de hectáreas cultivadas en 2012 en la condición de temporal aumentó respecto al 2003 en casi 4000% al pasar de 150 ha a 6100 ha en 2012.

**Tabla 37.** IRT del municipio de Tacámbaro, Michoacán.

MUNICIPIO	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	IRT = STEMP / ST PROMEDIO
TAACÁMBARO	0.47	0.47	0.50	0.43	0.39	0.41	0.40	0.32	0.03	<b>0.38</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, (2012).

$$IRT=1-0.38=0.62$$

#### 15.2.1.2. Índice de uso de tecnología de la agricultura para el aguacate de temporal en Tacámbaro (UTA)

Habiendo obtenido los datos de Especialización productiva (EP), se obtiene un valor de EP=3.62, lo cual indica que el cultivo de aguacate en el municipio de Tacámbaro tiene una especialidad productiva en un nivel muy alto respecto al estatal, lo cual se traduce en muy altos rendimientos comparados con los del estado, y grandes superficies de cultivo y producción de aguacate respecto a los niveles que se manejan en el estado de Michoacán. Por tanto el valor del EP = 1 tomando como base que el máximo valor de capacidad es uno. De esta manera haciendo el concentrado para la evaluación de la capacidad del sistema productivo:

**Tabla 38.** CSP del municipio de Tacámbaro, Michoacán.

IRT	UTA*	CSP	CSP
0.62	1.00	$0.62 + 1.0 = 1.62 / 2$	0.81

Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP (2003-2011).

### 15.2.2. Sistema Social del Aguacate de Temporal en el Municipio de Tacámbaro

Los valores se obtienen a partir del trabajo realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (PNUD, 2007) para entidades municipales. Aquí se tomarán en cuenta dos indicadores principalmente: el Índice de Desarrollo Humano Municipal estimado en el 2005 (IDH); y el Índice de Desarrollo relativo al Género (IDG) 2005. Así los resultados para el Municipio de Tacámbaro se muestran a continuación:

**Tabla 39.** IDG e IDH del municipio de Tacámbaro, Michoacán 2005.

<b>MUNICIPIO</b>	<b>IE 2005</b>	<b>IS 2005</b>	<b>II 2005</b>	<b>IDH 2005</b>	<b>IDG 2005</b>
<b>Tacámbaro</b>	0.7703	0.8137	0.6757	0.7532	0.7376

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del PNUD, (2007).

Tomando en cuenta los criterios del PNUD Municipal, el IDH se cualifica en base a la ponderación de la tabla de abajo. Por otra parte la vulnerabilidad también se ponderará de acuerdo con los niveles de IDH correspondientes.

Según los datos anteriores el municipio presenta un nivel bajo el índice de ingresos, lo cual significa que mantiene un ingreso PIB per cápita muy bajo y que existe un gran nivel de desigualdad en el ingreso respecto a la tasa estatal, lo cual lo coloca como una entidad vulnerable ante un embate climático.

Por otra parte, el Índice de salud muestra que se encuentra dentro de un nivel alto, lo cual implica que su tasa de mortalidad es baja, y en consecuencia, la tasa de esperanza de vida es alta. Siendo que este valor incide directamente en la capacidad de desarrollo y la productividad del individuo. El municipio cuenta con los recursos y la infraestructura para mantener en buenas condiciones a los pobladores.

Por último el Índice de educación muestra que la tasa de matriculación, y alfabetización es media-alta. En el ámbito local, la educación es de gran importancia no solo porque transmite la visión de aquello que es importante para el lugar donde se vive, sino porque prepara al individuo para aprovechar las oportunidades disponibles en su entorno o incluso

cambiar su actividad. Por tanto la tasa de matriculación, la eficiencia terminal, la tasa de alfabetización, tanto en hombres como en mujeres son indicadores que se ven reflejados en este IE.

El IDH de Tacámbaro resulta el conglomerado de las necesidades principalmente en el ámbito de ingresos, ya que cuenta con niveles medios y altos de educación y salud respectivamente, pero también muestra importantes deficiencias y altas necesidades de programas de mejorar el nivel de ingreso en el municipio.

Por otra parte el IDG municipal se pondera dentro de un nivel medio-bajo lo cual muestra un nivel medio de desigualdad entre hombres y mujeres tanto el ingreso como en las oportunidades a las que las mujeres tienen acceso.

**Tabla 40.** CSS del municipio de Tacámbaro, Michoacán.

IDH	IDG	CSS
0.7532	0.7376	0.7454

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del PNUD, (2007).

### 15.2.3. Sistema Económica del Aguacate de Temporal en Tacámbaro, Michoacán

#### 15.2.3.1. Índice del Uso de Tecnología en la Agricultura (UTA)

Tomando en cuenta el marco teórico, para este valor se tomará en cuenta que el  $UTA=EP$ , sin embargo a mayor inversión en el uso de tecnologías podría haber mayor pérdida en caso de un evento ambiental del CC, por ello el valor de  $UTA = 1-EP$ , por tanto el valor quedará de la siguiente manera: si el valor de  $UTA = (1-1) = 0$ , la capacidad de adaptación será baja (alta vulnerabilidad), ya que el producto tiene alta especialización, y por tanto las pérdidas serán muy altas.

**Tabla 41.** UTA del municipio de Tacámbaro, Michoacán.

UTA	UTA	NIVEL
1-1	0	Alto

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

### 15.2.3.2. Índice del Valor de la Producción de Aguacate Municipal

Este dato se obtiene con el fin de cualificar y cuantificar el valor económico que representaría la pérdida del cultivo por efecto de un factor ambiental. El resultado para el caso del municipio de Tacámbaro se muestra a continuación:

**Tabla 42.** Índice de valor de producción del municipio de Tacámbaro, Michoacán.

Municipio	VP R-T	VP temporal	VP riego	Índice VP municipal 2011
<b>TACÁMBARO</b>	2,311,899.3	985,070.7	1,336,829	0.79

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

Esto implica que la pérdida por efectos del cultivo de aguacate de temporal representa un valor menor al del promedio estatal, pero corresponde a una pérdida muy importante para los productores de aguacate del municipio. Por otra parte en el municipio también se cuenta con una importante derrama económica derivada del aguacate de riego que significa el 57% del ingreso por aguacate a los pobladores del municipio contra el 43% del de temporal. Sin embargo, para efectos de nuestra estimación y en base a lo planteado en la metodología, el valor del índice quedará tomando como base el del aguacate de temporal:

IVPmunicipal	CVVP
<b>1 – 0.79 =</b>	0.21

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

La suma de estos dos indicadores nos muestra el valor de la Capacidad del Sistema Económico (CSE) del municipio:

**Tabla 43.** CSE del municipio de Tacámbaro, Michoacán.

UTA	CVVP	CSE
0	0.21	0.10

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

De esta manera para estimar la Capacidad Adaptativa del sistema productivo y del municipio de Tacámbaro, se suman los tres valores de sistema productivo, sistema social y

sistema económico, con lo cual se observa que el en general se cuenta con una capacidad adaptativa que presenta algunas deficiencias en sectores como el sistema económico ya que la mayor parte de los ingresos dependen del comportamiento del climático y en caso de una perdida de los cultivos las pérdidas de la infraestructura de estos resultarían muy altos ya que éste se encuentra altamente tecnificado. Además que el sistema social requiere mayor atención principalmente en incrementar el nivel de ingresos de los habitantes.

**Tabla 44.** CA del municipio de Tacámbaro, Michoacán.

CSP	CSS	CSE	CA
0.81	0.7454	0.10	0.55

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP (2011), PNUD (2007), INEGI.

$$VCA = 1 - 0.5495 = 0.4505$$

### 15.3. Vulnerabilidad Agrícola del Aguacate en Tacámbaro, Michoacán

En base a toda la información obtenida se realiza el promedio simple de todos los datos anteriores incluida la variabilidad climática, la sensibilidad de los rendimientos y la capacidad de adaptación del sistema productivo y municipal, los resultados quedan de la siguiente manera:

**Tabla 45.** Vulnerabilidad agrícola del municipio de Tacámbaro

Variabilidad Climática	V	Variabilidad Climática	V	Sensibilidad	V	VCA	VA Tacámbaro
Temperatura		Precipitación					
-2.2°C	1	+13%	0.5	+79%	0	0.55	$(1+0.5+0+0.55)$ $= 2.05$

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP (2003-2012), PNUD (2007), SMN (1922-2005).

### VULNERABILIDAD AGRÍCOLA (VA) TACÁMBARO = 2.05

Esto implica que el valor de la vulnerabilidad agrícola del aguacate de temporal en el municipio de Tacámbaro, presenta una VULNERABILIDAD ALTA, en base a los siguientes preceptos:

Uno de los puntos más representativos en esta estimación, es la VC climática en donde se obtuvo un promedio de  $-2.2^{\circ}\text{C}$  con tendencia clara a disminuir tanto las temperaturas máximas, mínimas y medias a lo largo de un periodo de 83 años. Por lo que se considera que ésta es la tendencia que se llevará a cabo en el municipio en adelante. Por ello, deben implementarse algunas acciones para que este cambio al parecer irrevocable no afecte a los productores de este cultivo a mediano plazo.

La precipitación muestra que lejos de documentar una reducción en su comportamiento, ésta presenta un aumento en un 13%, por ello, a pesar que el municipio ya muestra un cambio en su actividad, aun no afecta el volumen de precipitación, ni la distribución de manera importante en el entendido de que no hubo un crecimiento en la superficie de cultivo y solo se habla de aguacate de riego.

El rendimiento del aguacate de temporal en el municipio de Tacámbaro, muestra un gran incremento del 2003 a 2004 y en consecuencia, ya que mantiene un rendimiento de 12 t/ha (con excepción del 2007 que cae a 9 t/ha). Esto muestra de alguna manera que por siete años el rendimiento del cultivo es estable y no ha mostrado detrimentos continuos durante últimas fechas. Sin embargo es importante destacar que el rango de medición es corto y podría no ser significativo en comparación al rango tomado en que presentan las temperaturas en el municipio.

Por último, la capacidad adaptativa muestra que el sistema productivo tiene algunas debilidades como el hecho de que más de que casi el 40% de la siembra se riega a través de aguas de temporal, por lo que considerando que el total de superficie sembrada de aguacate es de 13,000 ha, son más de 5000 ha sembradas que se riegan con temporal, lo cual lo hace vulnerable a los cambios meteorológicos de la región. La pérdida económica que tendría lugar ante el impacto de una alteración climática que ya se observa, vulnera el ingreso de cientos de trabajadores inmersos dentro de la cadena productiva del aguacate Hass, Sin embargo el hecho de que los productores se encuentren organizados reduce el nivel de vulnerabilidad los productores.

Uno de los sistemas más vulnerables de este municipio es el sistema social, y específicamente el nivel de ingreso de la población, ya que en primer lugar la mayor parte

de su PEA (población económicamente activa) labora dentro del sector primario y dentro de este, el principal cultivo es el aguacate Hass, lo cual se traduce en niveles de ingreso considerados como bajos comparativamente con la media nacional. Además el municipio presenta un nivel medio bajo del índice de desarrollo relativo al género, dado que el nivel de ingreso entre hombres y mujeres difiere en el rango de que el primero obtiene un valor promedio de 9121 dólares por año y las mujeres un promedio de 2644 dólares por año.

Por otro lado, el nivel educativo de la región se considera dentro del rango medio alto lo cual implica una matriculación media con una eficiencia terminal de media a buena, una tasa baja de alfabetización y un alta tasa de asistencia escolar.

En la salud se muestran niveles de derechohabiencia del 56.6% de la población; el municipio cuenta con 12 unidades de consulta externa y una unidad de hospitalización. Las principales causas de muerte dentro de la población es la diabetes, seguido por las causas externas y por los tumores.

Por último, el sistema económico muestra que el municipio tiene una alta vulnerabilidad a perder los ingresos por la pérdida parcial o total de la siembra del aguacate, ya que son los ingresos representan el 40% de los totales por la siembra del producto, entonces su pérdida podría afectar a la población dedicada a esta actividad. Por ello su capacidad de adaptación es media pero podría bajar si en corto o mediano plazo no se aplican acciones que minimicen los efectos del CC.

Con esto se puede ver que existe la probabilidad de que en el mediano plazo el clima del municipio observará una probable pérdida significativa ya sea en el rendimiento del cultivo y/o en la producción mientras no se cuenten con semillas que soporten el nuevo comportamiento climático. Además socialmente si se llegase a perder los cultivos aunado a la muy baja retribución económica, el municipio podría exaltar problemas sociales.

## 16. Municipio de Uruapan, Michoacán

### 16.1. Variabilidad Climática del Municipio de Uruapan, Michoacán

Para este municipio se localizan siete estaciones climatológicas del SMN, sin embargo tres estaciones cuentan con solo 1, 6, y 23 años como base de datos, lo cual es insuficiente para crear una proyección de cambio climático y no se tomará en cuenta para la estimación de la variabilidad climática del mismo. Por otra parte y dado que el resto de las estaciones climatológicas se encuentran en la misma altitud y latitud, se toma la decisión de basarse solo en aquella que presenta un bagaje de 37 años de datos, colocada y revisada por la Comisión Federal de Electricidad en la ciudad de Uruapan. Existe otra estación (SMN) de mayor bagaje pero que contiene datos que no se consideran confiables por lo que dicha estación no se toma tampoco en cuenta.

La estación meteorológica elegida, cuenta con una base de datos de 37 años ubicada en una Latitud 19° 25' Longitud 102° 04' y se encuentra a una altura de 1611 msnm. Dado que la cantidad de años es suficiente para cumplir con los requerimientos para establecer una variabilidad en el comportamiento climatológico confiable, el resultado de la tendencia podrá acreditarse como significativo.

#### 16.1.1. Temperatura Máxima

El valor de la temperatura máxima promedio arroja una variabilidad promedio de  $-1.1^{\circ}\text{C}$  con una tendencia muy ligera a la baja en los 12 meses del año durante el periodo de 1962 a 1999 (37 años) (ver la figura 81).

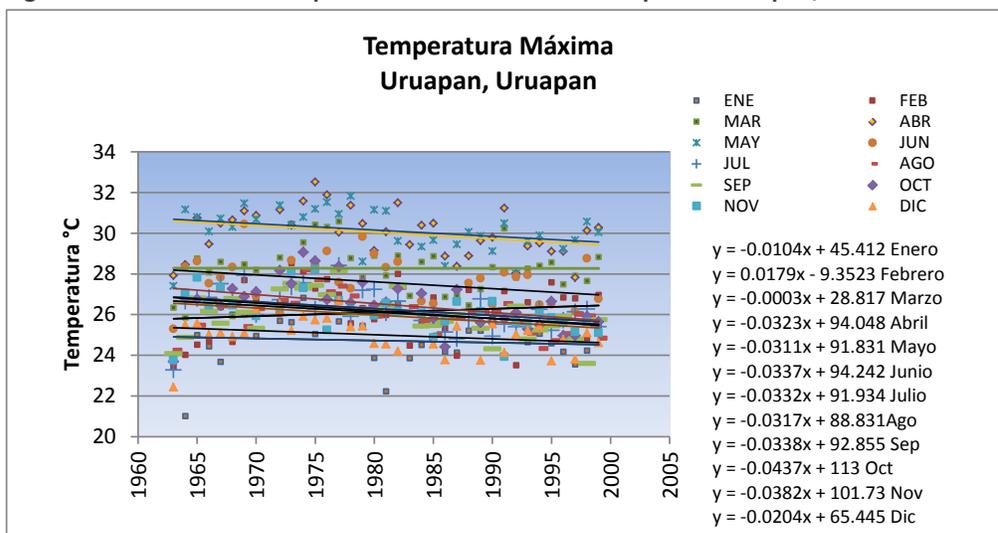
El mes que presenta una mayor variabilidad es febrero donde se observa una variación de  $1.4^{\circ}\text{C}$ . De esta manera temperaturas promedio máxima anual se establece en  $27^{\circ}\text{C}$ .

Las temperaturas promedio mensual-anual de los 37 años de datos se muestran a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
25	26	28	30	30	28	26	26	26	26	26	25

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Fig. 81. Tendencia de la temperatura máxima en el municipio de Uruapan, Michoacán 1962-1999.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán (2011).

### 16.1.2. Temperatura Mínima

El valor de la temperatura mínima promedio arroja una variabilidad de  $-1.2^{\circ}\text{C}$  con una tendencia a la baja en los 11 de los 12 meses del año del 1962 a 1999 (37 años) (ver la figura 82).

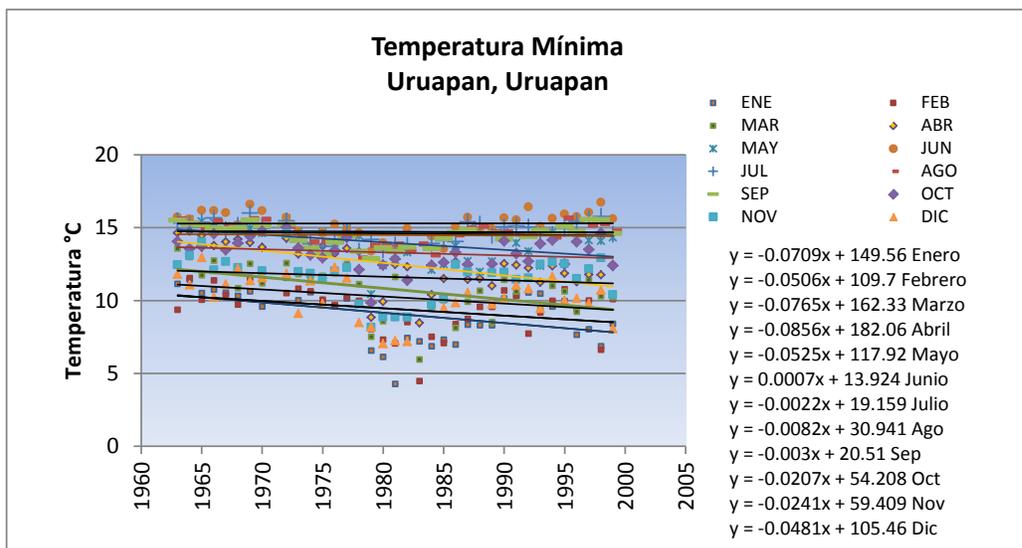
Los doce meses presentan un grado mínimo de variabilidad en por lo menos  $0.7^{\circ}\text{C}$  (julio, agosto y septiembre) y grado máximo de  $1.5^{\circ}\text{C}$  (enero, marzo, noviembre y diciembre) de diferencia respecto a la media. De esta manera la temperatura mínima promedio es de  $12.5^{\circ}\text{C}$ .

La temperatura mínima promedio mensual-anual de los 37 años de datos se muestra a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
9	10	11	13	14	15	15	15	14	13	12	10

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Fig. 82. Tendencia de la temperatura mínima en el municipio de Uruapan, Michoacán 1962-1999.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

### 16.1.3. Temperatura Media

La temperatura media promedio arroja una variabilidad de  $-0.9^{\circ}\text{C}$  con una tendencia a la baja en los 12 meses del año durante el periodo de 1962 a 1999 (37 años) (ver la figura 83).

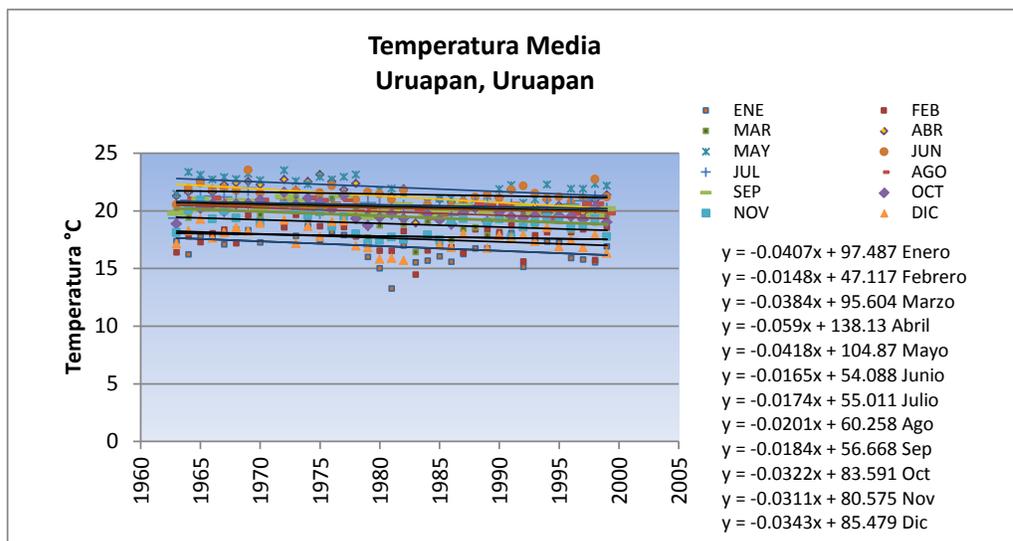
Los doce meses presentan un grado mínimo de variabilidad en por lo menos  $-0.5^{\circ}\text{C}$  (agosto y septiembre) y grado máximo de  $-1.2^{\circ}\text{C}$  (enero y febrero) de diferencia respecto a la media. De esta manera la temperatura media promedio es de  $19.7^{\circ}\text{C}$ .

La temperatura media promedio mensual-anual de los 37 años de datos se muestra a continuación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
17	18	20	21	22	21	20	20	20	20	19	18

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Fig. 83. Tendencia de la temperatura media en el municipio de Uruapan, Michoacán 1961-1999.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán (2011).

Este resultado muestra que la temperatura en todo el municipio lleva una tendencia general a disminuir en por lo menos 1°C (ver tabla 46). Si bien es cierto que la temperatura máxima muestra una apenas visible variabilidad, en la temperatura mínima existe un periodo de casi veinte años que muestra una caída importante e tres de los doce meses del año, sin embargo en adelante aunque aumenta sigue la tendencia a disminuir.

**Tabla 46.** Tendencias de las temperaturas del Municipio de Uruapan 1962-1999.

VC	VC	VC	VC
Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Media	Promedio
-1.1°C	-1.2°C	-0.9°C	-1.06°C

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SMN Michoacán.

#### 16.1.4. Precipitación Total

La precipitación del municipio de Uruapan durante el periodo 1962-1999 presenta el siguiente comportamiento:

Durante el mes de enero presenta un incremento de 47 mm; febrero presenta una disminución en 10.8 mm en su comportamiento; marzo disminuye en 3.6 mm; abril disminuye en 4.5 mm; mayo disminuye 8 mm; junio ha mostrado un aumento en 9 mm, julio disminuye en 15.6 mm, agosto presenta una ligera disminución en 2 mm, septiembre también varió de manera importante en -49 mm, octubre aumenta en 41 mm, noviembre varió en -5 mm y diciembre apenas pierde 2 mm.

Si se observan los valores anuales de volumen pluvial, se puede ver que cada década ha ido disminuyendo progresivamente dicho valor. Y al obtener la medición promedio respecto al valor de la última década, el cambio sigue siendo negativo en casi 1%.

Sin embargo si se toma en cuenta el valor de la desviación estándar de la sumatoria total del volumen precipitado por año, en las cuatro décadas medidas observamos que existe una diferencia en 135 mm, lo cual constituye casi el -8% de diferencia respecto a la media. Por lo cual aunque se toma el valor de variación el de -8%, se reafirma que este valor ha sido progresivo a lo largo de 37 años.

Por otra parte, si bien ha cambiado el volumen de precipitación anual total, también ha cambiado la distribución de precipitación durante los doce meses del año, es decir durante los meses que existía la mayor precipitación, ha existido también la mayor disminución de esta y ha aumentado en meses de poca precipitación como octubre y noviembre, sin alcanzar el mismo volumen anual total.

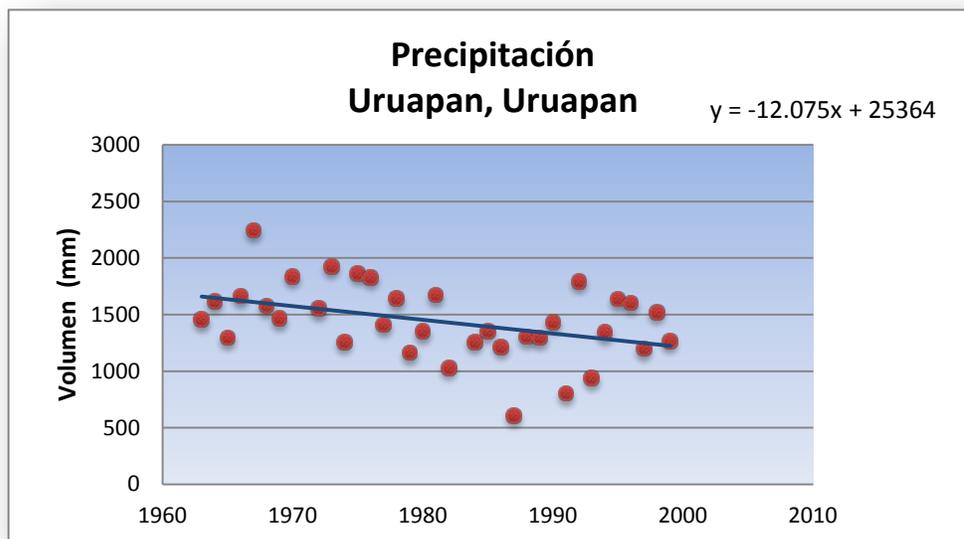
De esta manera se estima que la VC de precipitación ha sido negativa en un valor aproximado al -8%, situación que se puede verificar en la figura 84 y la tabla 47:

**Tabla 47.** Promedios de la precipitación total en Uruapan, Michoacán 1962-1999.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VAR ANUAL
1962-1971	63.9	20.1	15.4	5.3	27.0	260.4	339.1	377.1	342.3	147.6	35.7	17.0	1650.8
1972-1981	37.2	9.1	1.2	22.1	39.9	268.5	355.3	349.1	325.9	136.5	37.8	10.2	1592.6
1982-1991	10.1	6.8	6.7	2.8	34.6	273.4	262.2	293.9	270.7	90.8	27.1	15.3	1294.3
1992-1999	76.6	7.1	3.0	4.1	22.9	279.6	298.0	337.1	247.9	180.3	26.6	12.1	1495.3
D.S.	<b>25.6</b>	<b>5.4</b>	<b>5.5</b>	<b>7.8</b>	<b>6.6</b>	<b>7.0</b>	<b>36.3</b>	<b>30.0</b>	<b>38.7</b>	<b>32.1</b>	<b>5.0</b>	<b>2.6</b>	<b>135.42</b>
PROMEDIO	<b>47.0</b>	<b>10.8</b>	<b>6.5</b>	<b>8.5</b>	<b>31.1</b>	<b>270.5</b>	<b>313.7</b>	<b>339.3</b>	<b>296.7</b>	<b>138.8</b>	<b>31.8</b>	<b>13.7</b>	<b>1508.3</b>
VAR mm	29.7	-3.7	-3.6	-4.5	-8.2	9.1	-15.6	-2.2	-48.8	41.5	-5.2	-1.6	-13.0
%VAR	0.63	-0.34	-0.55	-0.52	-0.26	0.03	-0.05	-0.01	-0.16	0.30	-0.16	-0.11	<b>-0.86%</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

Fig. 84. Comportamiento de la precipitación total en el municipio de Uruapan, Michoacán 1962-1999.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

**Tabla 48.** Variabilidad climática del municipio de Uruapan.

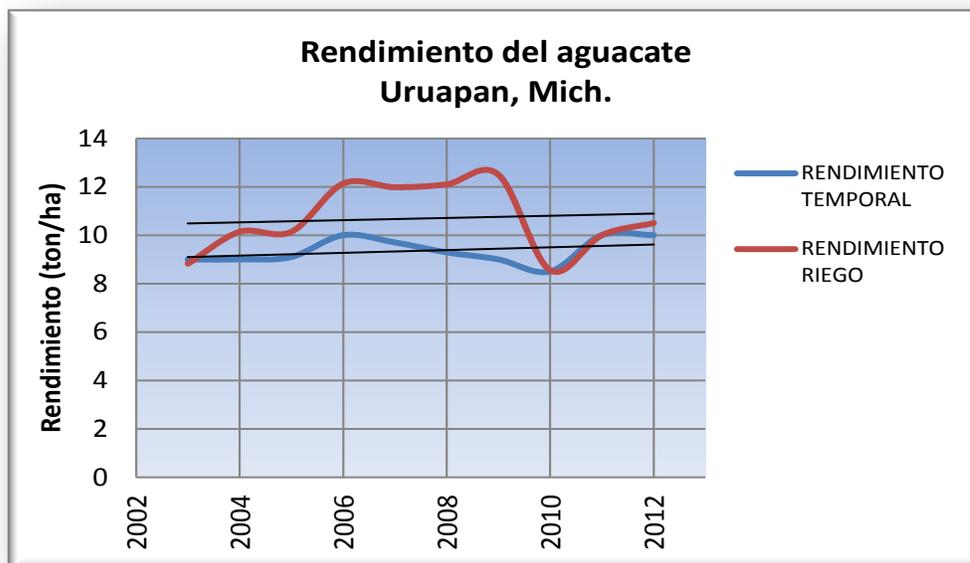
VC	Precipitación	Valor de VC
	-8.0%	0.5

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP (2011).

## 16.2. Sensibilidad de la Productividad Ante la Variabilidad Climática del Municipio de Uruapan

Para medir este indicador, se toma en cuenta los rendimientos del aguacate tanto de temporal como de riego para poder realizar un comparativo en el caso de que el sistema de riego a la fecha haya sido un factor determinante en la productividad del producto. En base a lo anterior se observa en la figura 85 los siguientes resultados:

Fig. 85. Tendencia del rendimiento del aguacate de temporal vs aguacate de riego en el municipio de Uruapan, Michoacán 2003-2012.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

El rendimiento del aguacate de temporal en el municipio de Uruapan, a lo largo de diez años (2003-2012), muestra un incremento en un 11% al pasar de 9 ton/ha en el 2003 a 10 ton/ha en el 2011 y 2012. Con excepción del 2008 donde tuvo el rendimiento una caída de 9 ton/ha a 8 ton/ha, el resto de los años se ha mantenido en el nivel de 9 y 10 ton/ha. No se considera que el CC en el municipio de Uruapan esté propiciando un cambio o un detrimento en los rendimientos del producto.

Sin embargo en el caso del aguacate por riego del municipio ha mostrado variaciones erráticas tanto en aumento como en detrimento, pero en los dos últimos años ha tenido un rendimiento estable de 10 ton/ha. Por lo que se considera que en la tendencia ha mostrado un aumento en aproximadamente un 3.6%. De esta manera se asume que el municipio tiene una baja sensibilidad productiva en el cultivo del aguacate de temporal, ya que lejos haber reducido su rendimiento este muestra un ligero pero notorio incremento.

De esta manera y tomando en cuenta que solo se hace la medición para el aguacate de temporal, se establece que la variabilidad climática de precipitación durante los nueve años de disponibilidad de datos, no ha afectado el rendimiento de los cultivos de este producto.

**Tabla 49.** Sensibilidad en el rendimiento productivo en el municipio de Uruapan.

<b>Sensibilidad rendimiento</b>	<b>V</b>
+11%	0

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

### **16.3. Capacidad Adaptativa del Municipio y del Sistema Productivo de Uruapan, Michoacán**

#### **16.3.1. Sistema Productivo del Aguacate en el Municipio de Uruapan**

La vulnerabilidad por su parte está conformada por el índice de disponibilidad de agua (IRT), índice del uso de la tecnología en el cultivo, los cuales se estiman a continuación.

##### **16.3.1.1. Índice de balance de disponibilidad de agua (IRT)**

En el municipio de Uruapan para obtener el resultado del índice de disponibilidad de agua, se tomó como base el promedio simple de los valores de disponibilidad de agua del año 2003 a 2012 (diez años), obteniendo el valor de 0.32. Este valor indica que el municipio presenta un riesgo medio al cambio climático, ya que predominantemente se trata de un municipio con una mayoría en el cultivo de riego en casi un 70%, que si bien no alcanza ni un 40%, si se trata de una fracción importante que vulnera al 32 por ciento de tierra dedicada al cultivo este producto y principalmente a aquellos productores de menos recursos. Y en caso de que se presente una inestabilidad climática, la tercera parte de los sembradíos podría presentar pérdidas importantes.

Es importante destacar que durante los tres últimos años (2010, 2011 y 2012), no ha variado, por lo que se mantiene en 3738 hectáreas de cultivo de temporal contra 8721 hectáreas de cultivo de riego.

**Tabla 50.** IRT del municipio de Uruapan, Michoacán.

MUNICIPIO	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	IRT = STEMP / ST PROMEDIO
URUAPAN	0.30	0.30	0.50	0.31	0.31	0.31	0.31	0.29	0.29	<b>0.32</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP (2003-2011).

$$\text{IRT}=1-0.32=0.68$$

### 16.3.1.2. Índice de Uso de Tecnología de la Agricultura para el Aguacate de Temporal en Uruapan (UTA)

Habiendo obtenido los datos de Especialización productiva (EP), se obtiene un valor de  $EP=2.42$ , lo cual indica que el cultivo de aguacate en el municipio de Uruapan tiene una especialidad productiva en un nivel muy alto respecto al estatal, lo cual se traduce en muy altos rendimientos comparados con los del estado, y grandes superficies de cultivo y producción de aguacate respecto a los niveles que se manejan en el estado de Michoacán. Por tanto el valor del  $EP = 1$  tomando como base que el máximo valor de capacidad es uno.

De esta manera haciendo el conglomerado para la evaluación de la capacidad del sistema productivo:

**Tabla 51.** CSP del municipio de Uruapan, Michoacán.

IRT	UTA	CSP	CSP
0.68	1.00	$0.68 + 1.0=1.62/2$	0.84

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP (2003-2011).

### 16.3.2. Sistema Social del Aguacate de Temporal en el Municipio de Uruapan

Los valores se obtienen a partir del trabajo realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (PNUD, 2007) para entidades municipales. Aquí se tomarán en cuenta dos indicadores principalmente: el Índice de Desarrollo Humano Municipal estimado en el 2005 (IDH); y el Índice de Desarrollo relativo al Género (IDG) 2005. Así los resultados para el Municipio de Uruapan se muestran a continuación:

**Tabla 52.** IDG e IDH del municipio de Uruapan, Michoacán.

<b>MUNICIPIO</b>	<b>IE 2005</b>	<b>IS 2005</b>	<b>II 2005</b>	<b>IDH 2005</b>	<b>IDG 2005</b>
Uruapan	0.8196	0.9027	0.7297	0.8173	0.8108

**Fuente:** Elaboración propia en base a información obtenida del PNUD, (2007).

El IDH que refleja el municipio es Alto, lo cual sugiere que las carencias en los tres rubros son bajas comparativamente con el número de habitantes son bajas. Observando los resultados, el Índice de Educación (IE) muestra un valor que pertenece a Muy Alto, a lo cual se observa dentro de la estadística que el Índice de analfabetismo en la población de 15 años o más es del 6.7%, uno de los valores más bajos del estado, sin embargo el 21.5% de la población de 5 años o más no tiene la primaria completa. En el ámbito local, la educación es de gran importancia no solo porque transmite la visión de aquello que es importante para el lugar donde se vive, sino porque prepara al individuo para aprovechar las oportunidades disponibles en su entorno o incluso cambiar su actividad. Por tanto la tasa de matriculación, la eficiencia terminal, la tasa de alfabetización, tanto en hombres como en mujeres son indicadores que se ven reflejados en este IE.

Por otra parte, el Índice de Salud muestra que se encuentra dentro de un nivel muy alto, lo cual implica que su tasa de mortalidad es baja, y en consecuencia, la tasa de esperanza de vida es alta. Siendo que este valor incide directamente en la capacidad de desarrollo y la productividad del individuo. El municipio cuenta con los recursos y la infraestructura para mantener en buenas condiciones a los pobladores.

Sin embargo el Índice de Ingreso no observa el mismo nivel que los anteriores debido a que el valor alzando un nivel de medio bajo, lo cual significa que mantiene un ingreso PIB per cápita medio bajo en el nivel de 7910 dólares ppc en promedio, pero si se desglosa el ingreso entre hombres y mujeres, el valor del primero es de 11,196 dólares ppc de 2005 y para las mujeres 4,867, lo cual muestra una gran desigualdad del mismo.

El IDH de Peribán resulta el conglomerado de las necesidades principalmente en el ámbito de ingresos, ya que cuenta con niveles altos de educación y muy altos en salud, pero

también muestra importantes deficiencias y altas necesidades de programas de mejorar el nivel de ingreso en el municipio.

El IDG municipal se pondera dentro de un nivel muy alto con se sugiere que es una región altamente igualitaria tanto en oportunidades de empleo, como el nivel de ingresos entre hombres y mujeres, el Índice de alfabetización, matriculación, mortalidad. Índices que muestran efectivamente un nivel muy igualitario, con excepción del nivel de Índice de ingresos en donde como ya se expuso, existe una gran desigualdad.

**Tabla 53.** CSS del municipio de Uruapan, Michoacán.

IDH	IDG	CSS
0.8173	0.8108	0.81

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del PNUD (2007).

### 16.3.3. Sistema Económica del Aguacate de temporal en Uruapan, Michoacán

#### 16.3.3.1. Índice del Uso de Tecnología en la Agricultura (UTA)

Tomando en cuenta el marco teórico, para este valor se tomará en cuenta que el  $UTA=EP$ , sin embargo a mayor inversión en el uso de tecnologías podría haber mayor pérdida en caso de un evento ambiental del CC, por ello el valor de  $UTA = 1-EP$ , por tanto el valor quedará de la siguiente manera: si el valor de  $UTA =(1-1) = 0$ , la capacidad de adaptación será baja (alta vulnerabilidad), ya que el producto tiene alta especialización, y por tanto las pérdidas serán muy altas.

**Tabla 54.** UTA del municipio de Uruapan, Michoacán.

UTA	UTA
1-1	0

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, (2011).

### 16.3.3.2. Índice del Valor de la Producción de Aguacate Municipal

Este dato se obtiene con el fin de cualificar y cuantificar el valor económico que representaría la pérdida del cultivo por efecto de un factor ambiental. El resultado para el caso del municipio de Uruapan se muestra a continuación:

**Tabla 55.** Índice de valor de producción del municipio de Uruapan, Michoacán.

Municipio	VP R-T	VP temporal	VP riego	Índice VP municipal 2011
URUAPAN	1,768,350	537,700	1,230,650	0.56

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, (2011).

Esto implica que la pérdida por efectos del cultivo de aguacate de temporal representa un valor menor al del promedio estatal, pero corresponde a una pérdida muy importante para los productores de aguacate del municipio. Por otra parte en el municipio también se cuenta con una importante derrama económica derivada del aguacate de riego que significa el 70% del ingreso por aguacate a los pobladores del municipio contra el 30% del de temporal. Sin embargo, para efectos de nuestra estimación y en base a lo planteado en la metodología, el valor del índice quedará tomando como base el del aguacate de temporal:

IVPmunicipal	CVVP
$1 - 0.56 =$	0.44

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, (2011).

La suma de estos dos indicadores muestra el valor de la Capacidad del Sistema Económico (CSE) del municipio:

**Tabla 56.** CSE del municipio de Uruapan, Michoacán.

UTA	CVVP	CSE
0	0.44	0.22

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

De esta manera para estimar la Capacidad Adaptativa del sistema productivo y del municipio de Uruapan, se suman los tres valores de sistema productivo, sistema social y

sistema económico, con lo cual se observa que el en general se cuenta con una capacidad adaptativa que presenta algunas deficiencias en sectores como el sistema económico en caso de una pérdida de los cultivos las pérdidas de la infraestructura de estos resultarían muy altos ya que este se encuentra altamente tecnificado.

**Tabla 57.** CA del municipio de Uruapan, Michoacán.

CSP	CSS	CSE	CA
0.84	0.81	0.22	<b>0.6233</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP, 2011.

$$VCA = 1 - 0.6233 = 0.3766$$

#### 16.4. Vulnerabilidad Agrícola del Aguacate en Uruapan, Michoacán

En base a toda la información obtenida se realiza el promedio simple de todos los datos anteriores incluida la variabilidad climática, la sensibilidad de los rendimientos y la capacidad de adaptación del sistema productivo y municipal, los resultados quedan de la siguiente manera:

**Tabla 58.** Vulnerabilidad agrícola del municipio de Uruapan, Michoacán.

Variabilidad Climática Temperatura	V	Variabilidad Climática Precipitación	V	Sensibilidad	V	VCA	VA Uruapan
-1.0°C	1	-8%	0.5	+11%	0	0.3766	$(1+0.5+0+0.37)$ <b>= 1.87</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP (2003-2012), PNUD (2007), SMN (1962-1999).

#### **VULNERABILIDAD AGRÍCOLA (VA) URUAPAN = 1.87**

Esto implica que el valor de la vulnerabilidad agrícola del aguacate de temporal en el municipio de Uruapan, presenta una VULNERABILIDAD AGRÍCOLA MEDIA, en base a los siguientes preceptos:

El municipio de Uruapan muestra una alta vulnerabilidad en la variabilidad climática de temperatura ya que las tendencias de la máxima, mínima y media muestran un cambio promedio a disminuir en 1.1°C a largo de un periodo de 37 años. Por lo que se considera que ésta es la tendencia tendrá el municipio en adelante. Por ello, deben implementarse algunas acciones para que este cambio al parecer irrevocable no afecte de peligrosamente el cultivo a mediano plazo.

El comportamiento de la precipitación muestra una disminución en el volumen de precipitación anual, así como un cambio en la distribución pluvial anual, lo cual se representa en una pérdida total anual del 8%. Por ello se considera que existe una afectación con tendencia del mismo nivel que provocará cambios negativos en las cosechas y en la disponibilidad del agua.

El rendimiento del aguacate de temporal en el municipio de Uruapan, muestra un incremento promedio en un 11%, al pasar de 9 a 10 ton/ha en el rendimiento anual a lo largo de diez años (2003-2012). Por lo cual el cultivo no ha mostrado un efecto negativo pese a la variabilidad climática presente en el municipio. Sin embargo es importante destacar que el rango de medición es corto y podría no ser significativo respecto al rango que presentan las temperaturas en el municipio (SIAP, 2013).

Por último, la capacidad adaptativa muestra que el sistema productivo tiene algunas debilidades como el hecho de que más de que casi el 40% de la siembra se riega a través de aguas de temporal, por lo que considerando que el total de superficie sembrada de aguacate es de 13,000 ha, son más de 5000 ha sembradas que se riegan con temporal, lo cual lo hace vulnerable a los cambios meteorológicos de la región. Sin embargo el hecho de que los productores se encuentren organizados y muestren una alta tecnificación, reduce el nivel de vulnerabilidad los productores ante una amenaza como el cambio climático (SIAP, 2013).

Por otro lado dentro del sistema social del municipio de Uruapan, las condiciones muestran que el nivel educativo de la región es alto lo cual implica una matriculación alta con una alta eficiencia terminal y una asistencia escolar con una tasa del 64% (SEDESOL, 2013).

Con respecto al índice de salud, el municipio muestra uno de los niveles más altos al respecto. En primera instancia la tasa de mortandad infantil es mucho menor a la del promedio estatal (19.4% estatal vs. 14.3% municipal). El porcentaje de derechohabencia ha aumentado con respecto al 2005 al pasar del 35.5% al 58.4%. y además el municipio cuenta con la infraestructura hospitalaria y de consulta necesaria para atender a la población. Las principales causas de muerte se deben a causas externas, diabetes y tumores, en este orden de importancia (SEDESOL, 2013).

Sin embargo una de las fuentes de vulnerabilidad más importantes en el municipio, el cual no es recíproco respecto al nivel de desarrollo industrial y diversificación económica, es el nivel de ingreso, ya que se encuentra dentro del rango bajo respecto a la media nacional.

Otro factor de vulnerabilidad es el sistema económico del municipio es la del ingreso del valor de producción del aguacate, ya que su pérdida total representan el 40% del ingreso del municipio, así su pérdida podría afectar a la población dedicada a esta actividad. Por ello su capacidad de adaptación es media pero podría bajar si en corto o mediano plazo no se aplican acciones que minimicen los efectos del CC (SIAP, 2013).

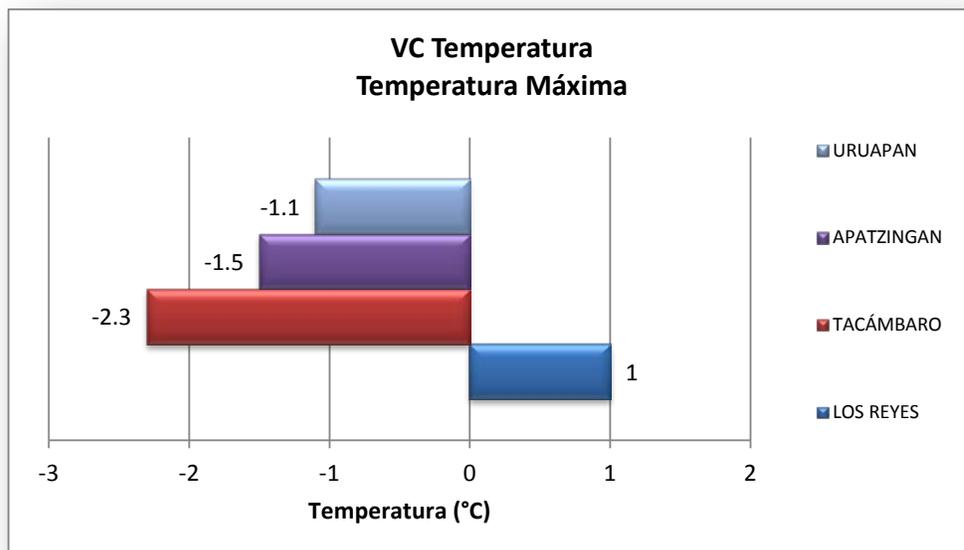
En este sentido la vulnerabilidad media significa que el municipio posee fortalezas en parte del sistema climático y en el sistema productivo, el cual también significa parte de su propia vulnerabilidad, sin embargo, existen debilidades como el nivel de ingresos y alta dependencia de los ingresos agrícolas en el cultivo del aguacate. Situación que vulnera a la población dedicada a esta actividad y que son parte importante de Uruapan.

## 17. RESULTADOS DE LA MICROREGION RUTA APATZINGÁN, LOS REYES, TACÁMBARO Y URUAPAN

### 17.1. Variabilidad Climática de la Temperatura Máxima

Los cuatro municipios en estudio se encontraron en valores absolutos es de 1°C para Apatzingán, 0.8°C para Los Reyes, 2.2°C para Tacámbaro y 1°C para Uruapan. Donde Tacámbaro, Apatzingán<sup>12</sup> y Uruapan presentan una tendencia a disminuir la temperatura promedio anual, mientras que Los Reyes muestra una tendencia a aumentarla (ver figura 86).

Figura 86. Variabilidad Climática de la Temperatura Máxima en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán. Apatzingán: 1922-2009 (87 años), 1957-2010 (53 años), 1980-2010 (30 años), respectivamente. Los Reyes: 1955-1998 (43 años). Tacámbaro: 1922-2005 (83 años). Uruapan: 1962-1999 (37 años).

<sup>12</sup> Es importante hacer notar que los valores obtenidos en el municipio de Apatzingán respecto a la VC de temperaturas, éste representa el promedio de tres estaciones localizadas en la localidad de Arteaga, Acahuato y Apatzingán respectivamente.

Es importante destacar que en municipios con territorio con diversas altitudes como es el caso de Apatzingán con altitudes de 320, 940 y 1000 msnm respectivamente, las estaciones que se encuentran a mayor altitud, son las que presentan una VC positiva, mientras que para el caso de la estación localizada en Apatzingán (320 m.s.n.m.) la VC es negativa.

En este sentido se prevé que en base a los umbrales de temperatura establecidos en la literatura (35°C máximo para el aguacate Hass mexicano) (Campos, 2012), el municipio de Apatzingán, seguido de los Reyes en el largo plazo pueda experimentar cambios en los rendimientos de la producción. Por lo tanto prevé una variación en el mediano plazo en la calidad o el rendimiento del mismo, tomando en cuenta el tiempo en el cual se han presentado los cambios (por lo menos 30 años) (ver tabla 59).

**Tabla 59.** Temperaturas máximas promedio en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan en el estado de Michoacán.

MUNICIPIO	ALTURA	VC T máxima	T máxima promedio (°C)
APATZINGAN	320, 940, 1000	-2.3	31.9
URUAPAN	1611	-1.1	26.9
LOS REYES	1225	+1.0	28.0
TACÁMBARO	1755	-2.3	27.8

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán, 2011.

## 17.2. Variabilidad Climática de la Temperatura Mínima

La Variabilidad Climática de *temperatura mínima* para los cuatro municipios en estudio se encontró en valores absolutos es de 1.4°C para Apatzingán, 0.8°C para Los Reyes, 2.4°C para Tacámbaro y 1.2°C para Uruapan. Donde los cuatro municipios presentan una tendencia a disminuir la temperatura promedio anual. Tacámbaro presenta la mayor disminución promedio. En este sentido se prevé que en base a los umbrales de temperatura establecidos en la literatura (10°C mínimo para el aguacate Hass mexicano) (Campos, 2012), el municipio de Tacámbaro se encuentra en el umbral de la óptima producción, en este sentido en el corto o mediano plazo pueda experimentar cambios en los rendimientos de la producción derivados de problemas fenológicos de la planta. De igual manera aunque

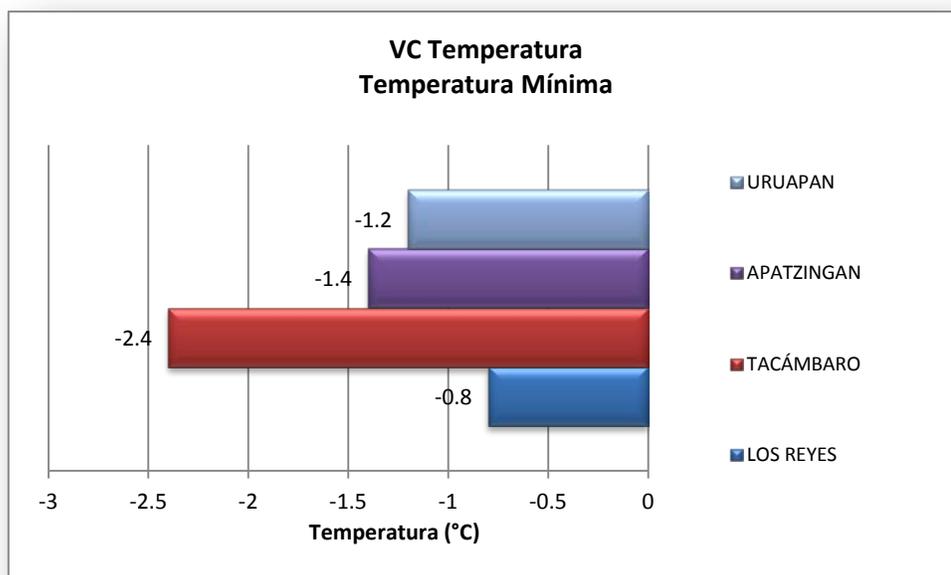
con mayor tiempo para establecer un programa de adaptación, los municipios de Los Reyes y Uruapan, en el mediano plazo pueden tener la misma problemática.

**Tabla 60.** Temperaturas mínimas promedio en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan en el estado de Michoacán.

MUNICIPIO	ALTURA	VC T mínima	T mínima promedio (°C)
APATZINGAN	320, 940, 1000	1.4	17.5
URUAPAN	1611	-1.2	12.5
LOS REYES	1225	-0.8	13.9
TACÁMBARO	1755	-2.4	10.3

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán.

**Figura 87.** Variabilidad Climática de la Temperatura Mínima en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán. Apatzingán: 1922-2009 (87 años), 1957-2010 (53 años), 1980-2010 (30 años), respectivamente. Los Reyes: 1955-1998 (43 años). Tacámbaro: 1922-2005 (83 años). Uruapan: 1962-1999 (37 años).

### 17.3. Variabilidad Climática de la Temperatura Media

La Variabilidad Climática de *temperatura media* en los cuatro municipios en estudio se encontró en valores absolutos lo siguiente: 1.0°C para Apatzingán, 0.7°C para Los Reyes, 1.9°C para Tacámbaro y 0.9°C para Uruapan. En Apatzingán, Los Reyes y Uruapan se presenta una tendencia a disminuir la temperatura promedio anual. Mientras que en Tacámbaro presenta una tendencia a aumentar. El rango de la temperatura media es de 19.1°C a 28.2°C. Tacámbaro es el que presenta la mayor variabilidad, seguido por Apatzingán (ver tabla 61 y figura 88).

**Tabla 61.** Temperaturas medias promedio en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan.

MUNICIPIO	ALTURA (msnm)	VC T medias (°C)	T media promedio (°C)
APATZINGAN	320, 940, 1000	1.1	24.7
URUAPAN	1611	-0.9	19.7
LOS REYES	1225	-0.7	21.0
TACÁMBARO	1755	1.9	19.1

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán 2011.

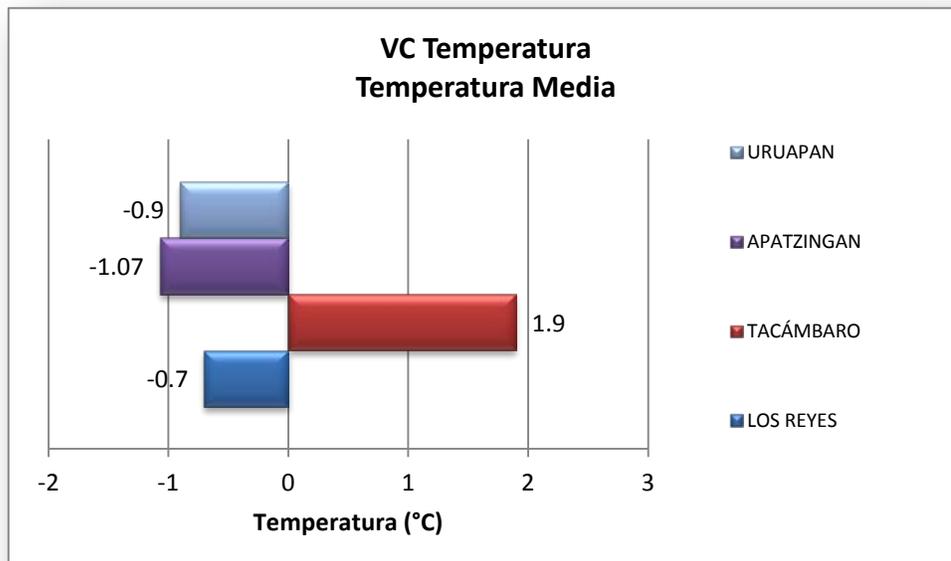
Por otra parte, tomando en cuenta la medición de la VC de la precipitación, los resultados promedio muestran que de los cuatro municipios solo Uruapan presenta un descenso en el su valor del 8%, mientras que Apatzingán y Tacámbaro a pesar de su VC en temperatura no ha mostrado variaciones anuales en cuanto al volumen de lluvia. A continuación se presentan los resultados (ver figura 88 y tabla 62).

**Tabla 62.** Temperaturas medias promedio en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan., Michoacán.

MUNICIPIO	ALTURA (msnm)	VC Precipitación (%)
APATZINGAN	320, 940, 1000	0.0
URUAPAN	1611	-8.0
LOS REYES	1225	0.0
TACÁMBARO	1755	+3.0

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán 2011.

Figura 88. Variabilidad Climática de la Temperatura Media en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.

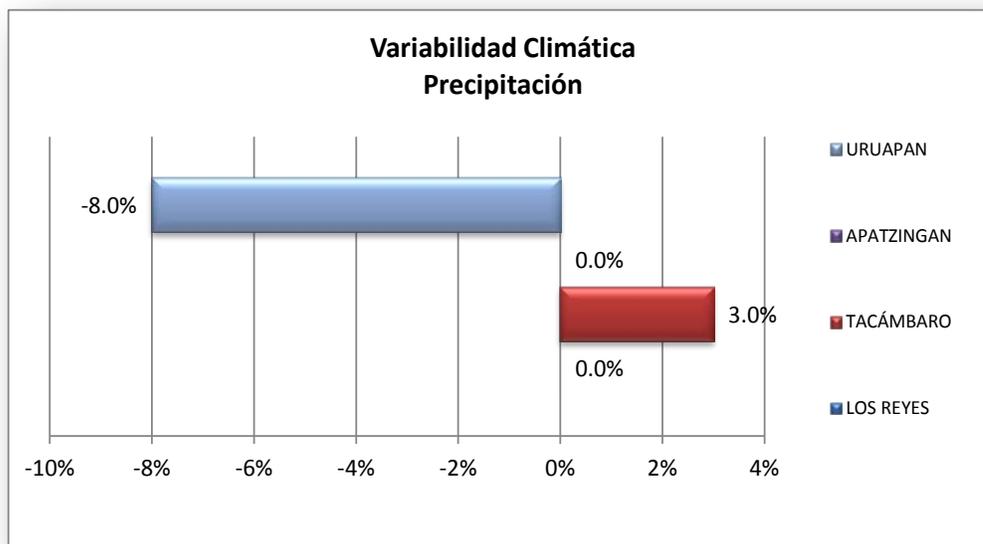


Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán. Apatzingán: 1922-2009 (87 años), 1957-2010 (53 años), 1980-2010 (30 años), respectivamente. Los Reyes: 1955-1998 (43 años). Tacámbaro: 1922-2005 (83 años). Uruapan: 1962-1999 (37 años).

#### 17.4. Variabilidad Climática en la Precipitación

La variabilidad climática de precipitación en la microrregión, se observa que a través de la metodología utilizada en los municipios de Apatzingán y los Reyes no se observa un cambio en el volumen. Sin embargo Uruapan ya muestra un cambio negativo en el comportamiento en -8.0% y en Tacámbaro por el contrario se observa un incremento del 3.0%. En el primer caso el cambio presenta un signo de vulnerabilidad y en el segundo el valor aun no es significativo de riesgo. Además es importante señalar que en los cuatro casos se presenta un cambio en el comportamiento mensual del volumen precipitado ver figura 89).

Figura 89. Comparativo de la VC precipitación promedio en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SMN Michoacán. Apatzingán: 1922-2009 (87 años), 1957-2010 (53 años), 1980-2010 (30 años), respectivamente. Los Reyes: 1955-1998 (43 años). Tacámbaro: 1922-2005 (83 años). Uruapan: 1962-1999 (37 años).

### 17.5. Sensibilidad

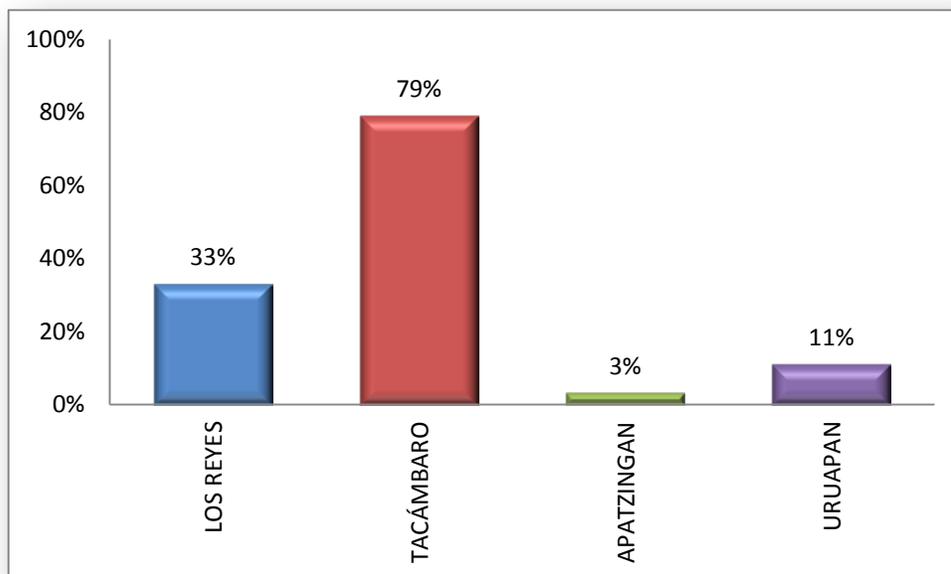
En el caso de la Sensibilidad del aguacate de temporal medido a través del rendimiento promedio anual en los propios municipios, los resultados muestran que los cuatro municipios han presentado un incremento sustancial que va del 3% al 79 % en promedio de aumento. Por lo cual, se infiere que durante los últimos 10 años, la Sensibilidad no ha mostrado cambios negativos (ver figura 90 y tabla 64). El municipio que ha presentado el mayor incremento en el rendimiento es Tacámbaro.

**Tabla 63.** Variación en la Sensibilidad en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan.

MUNICIPIO	ALTURA	SENSIBILIDAD
APATZINGAN	320, 940, 1000	3%
URUAPAN	1611	11%
LOS REYES	1225	33%
TACÁMBARO	1755	79%

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP (2003-2012).

Fig. 90. Variabilidad en el Rendimiento de Aguacate Hass en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán 2003-2012.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del SIAP (2003-2012).

Es importante hacer notar que pueden existir otras razones para haber obtenido dicho resultado. Una de ellas es el uso de mejores semillas, insumos o técnicas de mejoramiento de la producción del producto. Además, también se observa que la altura tampoco ha sido un factor que se considere como fundamental para la afectación en los rendimientos del producto (ver tabla 63), ni para el cambio en las temperaturas de las regiones.

El análisis municipal puede cambiar si se realizara un estudio a nivel local o por población, ya que de esta manera se podría analizar de manera más precisa y con un solo tipo de altitud y comportamiento pluvial y temperatura. Sin embargo este estudio no es posible realizarlo en base a las pocas estaciones meteorológicas en funcionamiento con las que se cuenta y la calidad de datos también es imprecisa.

## 17.6. Capacidad de Adaptación

Otra de las variables que fueron consideradas para el presente estudio fue la medición de la capacidad de adaptación (CA), la cual de acuerdo con el marco teórico se señala que se conforma por tres sistemas: productivo, social y económico. Este rubro se basó principalmente en la ponderación establecida por el PNUD (2008), donde el valor de capacidad representa el valor contrario al valor de la vulnerabilidad de cada uno de los sistemas (ver tabla 64).

**Tabla 64.** Tabla de ponderación de la Capacidad de Adaptación.

<b>Capacidad de Adaptación</b>	<b>Nivel</b>
<b>Menos de 0.65</b>	Muy bajo
<b>De 0.65 a menos de 0.70</b>	Bajo
<b>De 0.70 a menos de 0.75</b>	Medio-bajo
<b>De 0.75 a menos de 0.80</b>	Medio-alto
<b>De 0.80 a menos de 0.85</b>	Alto
<b>Mas de 0.85</b>	Muy alto

Fuente: PNUD, (2008).

Los resultados muestran que tanto en el sistema productivo, sistema social y principalmente el sistema económico se presentan niveles Medio Bajo en los cuatro municipios de estudio del estado de Michoacán (ver figura 91 y tabla 65).

**Tabla 65.**Tabla de comparación de CSP, CSS, CSE y CA en la microrregión de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.

<b>MUNICIPIO</b>	<b>CSP</b>	<b>CSS</b>	<b>CSE</b>	<b>CA</b>
<b>APATZINGAN</b>	0.015	0.7874	0.48	<b>0.42</b>
<b>URUAPAN</b>	0.84	0.81	0.22	<b>0.62</b>
<b>LOS REYES</b>	0.52	0.7806	0.09	<b>0.46</b>
<b>TACÁMBARO</b>	0.81	0.745	0.10	<b>0.55</b>

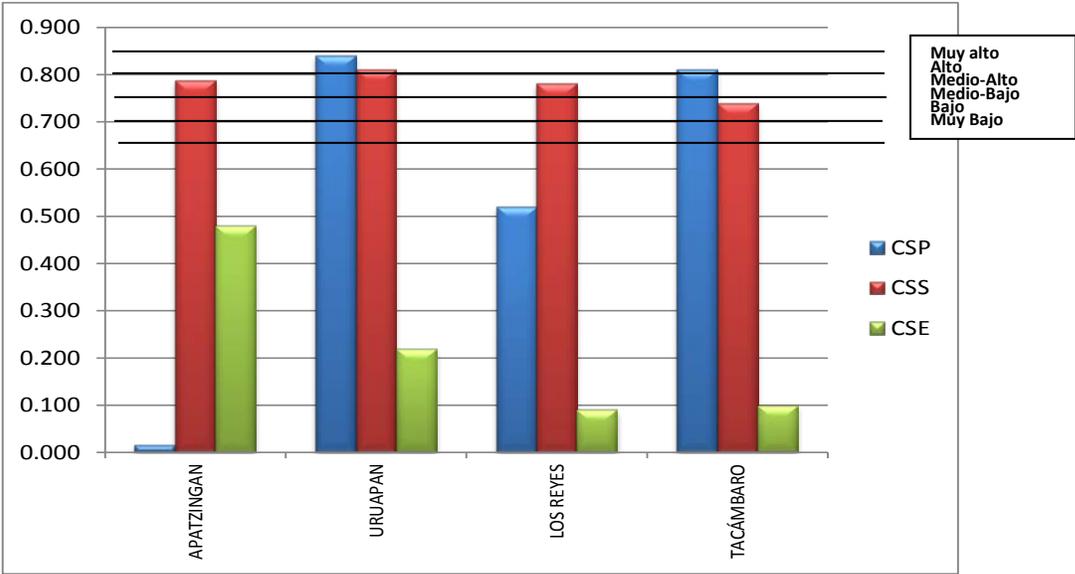
Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del PNUD (2008), SIAP (2003-2012) .

Por una parte la CA del sistema productivo Apatzingán, y Los Reyes presentan niveles de Muy Baja Capacidad, mientras que Uruapan y Tacámbaro se encuentran dentro del nivel Alto a Muy Alto respectivamente.

Este resultado implica que el Sistema Económico (SE) de los municipios depende mucho del producto (poco diversificado) y además la irrigación depende en gran medida o por completo del clima (56% promedio). Situación que en caso de un destre natural o de incluso un cambio permanente en el clima, el municipio reduciría de manera importante sus ingresos económicos.

El Sistema Social, a diferencia del SE, Tacámbaro presenta valores de Muy Bajo. Esto significa que su nivel educativo en cuanto a la eficiencia terminal y a la alfabetización promedio nacional es ineficaz. De igual manera, los servicios médicos no cubren las necesidades básicas de la población tanto en infraestructura como en número de médicos. Y por último, el nivel de ingresos se encuentran dentro de los niveles estatales y nacionales más bajos de la estadística, lo cual implica que en caso de una contingencia ambiental, podría generarse pérdidas de empleo, ingresos y dado que la población no cuenta con la educación suficiente para emplearse en algún otro oficio, el riesgo de vulnerabilidad social sería sumamente alto. Situación que se presenta de manera frecuente en el estado de Michoacán. El resto de los municipios presenta niveles de Medio Alto a Alto, por lo que sus niveles de educación, servicios médicos e infraestructura presentan mayor capacidad de respuesta.

Fig. 91. Comparativo de la Capacidad de Adaptación en la microrregión de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del PNUD (2008), SIAP (2003-2012).

Por ultimo en el caso de la Capacidad del Sistema Económico muestra que en los cuatro (Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan), cuentan con valores Muy Bajo (ver figura 88). Esto significa que existe una alta inversión en la tecnificación empleada en el cultivo, y además el valor obtenido por la producción del producto es muy alto, lo cual en caso de pérdida significaría una quebranto económico muy importante para el municipio, valores que implicarían un riesgo para la estabilidad social y económica de los municipios. En conjunto la CA más baja se presenta en el municipio de Apatzingán.

### **17.7. Vulnerabilidad Agrícola**

Los resultado finales muestran que los municipios de Apatzingán, Uruapan y Los Reyes muestran VA Media debido a la VC y principalmente a la Capacidad Adaptativa de los municipios. Y para el caso del municipio de Tacámbaro, este presenta una alta vulnerabilidad debido principalmente al nivel de VC observado en el municipio, y a la debilidad de la CA del sistema social y sistema económico de los mismos.

Como se mencionó anteriormente, para Apatzingán, Uruapan y Los Reyes el resultado estimado de la VC se encuentra dentro de un rango de  $-1^{\circ}\text{C}$  a  $2^{\circ}\text{C}$ , sin embargo, hasta ahora no ha mostrado cambios significativos respecto a los rendimiento del producto, pero no hay que perder de vista que algunos de ellos se encuentran dentro del umbral de producción o por lo menos se encontrarán en el umbral en el corto o mediano plazo. El rubro más vulnerable sin duda se encuentra en el sistema social y del sistema económico.

Desglosando las variables de la CA, en el caso del sistema social se observan que en general los municipios a pesar de contar con una gran producción de aguacate tienen valores de ingreso muy bajos, un nivel escolar medio o bajo, y en algunos casos escasos servicios médicos. Por otra parte, el sistema económico muestra que en estos municipios el aguacate Hass representa un producto muy importante para ellos, no solo porque ser una actividad que genera cientos de empleos directos e indirectos, sino que existe una importante inversión cuya pérdida generaría efectos negativos para todos los actores que participan en dicho cultivo, principalmente en el valor de producción del mismo. Por ello,

se sugiere buscar una mayor diversificación agrícola, mayor tecnificación y menor dependencia de los temporales climáticos.

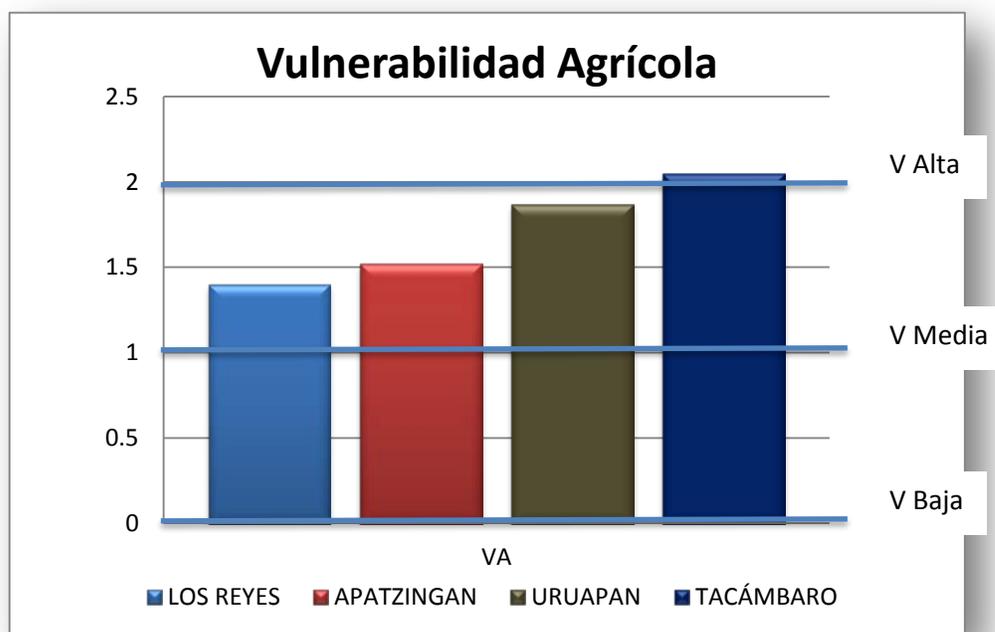
El resultado de toda la investigación muestra como en base a la metodología utilizada y la tabla de ponderación propuesta se obtienen los siguientes resultados (ver figura 92 y tabla 66).

**Tabla 66.** Resultado de estimación de Vulnerabilidad agrícola en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.

MUNICIPIO	VA	Nivel
APATZINGAN	1.52	VA Media
URUAPAN	1.87	VA Media
LOS REYES	1.4	VA Media
TACÁMBARO	2.05	VA Alta

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del PNUD (2008), SIAP (2003-2011), SMN (1922-2012).

Fig. 92. Vulnerabilidad Agrícola del Aguacate Hass de Temporal en la microrregión Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, Michoacán.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del PNUD (2008), SIAP (2003), SMN (1922-2012).

## CONCLUSIÓN

El planteamiento del problema establece una relación entre las variables de Vulnerabilidad Agrícola con el Impacto ante el CC. El Impacto se estimó a través de variables como la Variabilidad Climática de la temperatura y de la precipitación, la Sensibilidad medido a través del Rendimiento del aguacate Hass de temporal del 2003 al 2012, y la Capacidad Adaptativa del sistema social, sistema económico y del proceso productivo que presentan los productores y los municipios a través de la metodología propuesta.

El uso o selección de cada modelo de estimación de Vulnerabilidad Agrícola depende estrictamente del alcance y de la disponibilidad de datos confiables de la región seleccionada. Esto significa que cada modelo es útil de acuerdo a las necesidades de cada estudio. Sin embargo para poder estimar la Vulnerabilidad Agrícola de una región (independientemente de su tamaño), es imprescindible establecer un sistema holístico conformado por lo menos de lo los tres ámbitos principales que son: el sistema ambiental, sistema económico y sistema social.

La metodología para estimar la VC tanto de la temperatura como de la precipitación pluvial nos ayudó a mostrarla tendencia del comportamiento del clima en ellos. Si bien el uso de regresiones presenta un nivel de incertidumbre hasta el momento resulta un avance en el conocimiento del comportamiento de este concepto a nivel municipal, ya que los esfuerzos metodológicos internacionales se han dirigido hacia regiones de tamaño de por lo menos 200 km<sup>2</sup> en adelante, dejando de lado regiones desagregadas de menor dimensión. Siendo esta una de las fortalezas de trabajo.

Es importante destacar que la metodología utilizada para realizar la medición de la Vulnerabilidad Agrícola del aguacate Hass de temporal ante el impacto del CC en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan, tuvo que sufrir modificaciones y adecuaciones debido a las características de inseguridad que prevalecen en el estado de Michoacán. Por ello no fue posible realizar trabajo de campo que contribuyera en mejor medida a dicha medición.

La Vulnerabilidad Agrícola es todavía un término en construcción, que ha ido agregando conceptos e indicadores que enriquecen y complementan el análisis de la seguridad alimentaria de la población mundial.

Con base a lo anterior y haciendo una correlación con la hipótesis establecida:

“La producción del aguacate de temporal en los municipios de Apatzingán, Los Reyes, Tacámbaro y Uruapan de la franja aguacatera del estado de Michoacán presenta vulnerabilidad ante el impacto del cambio climático”

Podemos establecer que los resultados del trabajo obtenidos a través de las variables y metodología propuesta, exponen que la hipótesis se considera aceptada.

Una de las variables que se consideran que deberían incluirse en trabajos posteriores al presente es la Seguridad Alimentaria, ya que si bien es importante conocer el futuro de la agricultura como factor económico y social, incluso factor cultural de gran importancia para los pueblos y naciones, no se debe olvidar que el primer propósito de esta actividad es la alimentación de la población, independientemente de los ingresos o del comercio que de este se provean los pueblos. Sin alimentos no podrá sobrevivir el ser humano.

## Bibliografía

- Ackerman, F., & Stanton, E. (4 de April de 2012). Climate Risks and Carbon Prices: Revising the Social Cost of Carbon. *Economics The Open Access, Open Assesment E-journal*, 6(2012-10).
- Adams, R., Hurd, B., & Reilly, J. (1998). Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review. *Climate Research*, 11, 19-30.
- Adams, R., Hurd, B., & Reilly, J. (1999). *A review of impacts to US agricultural resources*. Oregon State University: Pew Center on Global Climate Change.
- ADIAT. (2012). *La Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico*. Recuperado el 2012, de [www.adiat.org/es/documento/blog/55.pdf](http://www.adiat.org/es/documento/blog/55.pdf)
- African. (Junio de 2003). *World Bank*. (R. I. "Pobreza y Cambio Climático, U. K. Department for International Development, & E. C. Directorate-General for Development, Edits.) Recuperado el 2011
- Aguilar, A. (1995). *INE-SEMARNAT*. Recuperado el 2012, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/437/aguilan.html>
- Alaminos, A., & López, B. (2009). La medición del Desarrollo Social. *Revista Obets*, 11-24.
- Alwang, J., Siegel, P., & Jorgensen, S. (2001). Vulnerability: A view from different disciplines, social protection discussion. (W. Bank, Ed.) *Paper series*(0115), 42. Recuperado el Ago de 2011, de [www.worldbank.org/sp](http://www.worldbank.org/sp)
- apatzingan.gob.mx. (enero de 2013). *apatzingan.gob.mx*. Obtenido de <http://apatzingan.gob.mx/>
- Appendini, K., & Liverman, D. (1994). Agricultural policy, climate change and food security in Mexico. *Food Policy*(19 (2)), 149-164.
- Atlas Nacional del Riesgo. (2014). [www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx). Recuperado el 2014, de [http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108&Itemid=201](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=201)
- Aversano, N., & Temperi, T. (2006). *El Calentamiento Global: Bonos de Carbono una alternativa. Modelización y Simulación de de Sistema Económicos*. (ingenieriaquimica.org, Ed.) Recuperado el 2010, de [http://www.ingenieriaquimica.org/system/files/bonos\\_carbono.pdf](http://www.ingenieriaquimica.org/system/files/bonos_carbono.pdf)
- Beckman, J., & Mahoney, T. (1998). The Maunder Minimum and Climate Change: Have Historical Records Aided Current Research? (H. A.-R. U. Grothkopf, Ed.) *ASP Conference Series*, 153.
- Blankie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. (1996). *Vulnerabilidad: el Entorno Social, Político y la Economía de los Desastres*. Tercer Mundo Editores.

- Boisier, S. (2001). Recuperado el 2 de agosto de 2011, de <http://tecrenat.fcien.edu.uy/Economia/clases/boisier.pdf>
- Boudeville, J. (1965). Los espacios económicos. Eudeba.
- Brenket, A., & Malone, E. (2007). *Projecting resilience: a state-level analysis for Mexico*.
- Burgoa, I. (1973). *Derecho constitucional*. México: Porrúa.
- CambioClimaicoGlobal.com. (s.f.). *CambioClimaicoGlobal.com*. Recuperado el 2012, de <http://cambioclimaticoglobal.com/atmosfe1>
- Campos, C. O. (2012). *Zonificación agroecológica del Aguacate persea americana Mill. variedad Hass en la cuenca del río Duero*. Jiquilpan, Michoacán: IPN.
- CEDAM-TECMONTERREY. (2011). *CEDAM*. Recuperado el 2011, de [http://www.cca.org.mx/lideres/cursos/cambio\\_climatico1/pdfs/m1/m1\\_vi.pdf](http://www.cca.org.mx/lideres/cursos/cambio_climatico1/pdfs/m1/m1_vi.pdf)
- CENAPRED. (2001). *Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana*. México, D.F.: Secretaria de Gobernación.
- CENAPRED. (2006). *Guía metodológica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Elaboración de la vulnerabilidad física y social*. Mexico.
- CENAPRED. (Sep de 2009). *www.cridlac.org*. Recuperado el 2012, de <http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc17830/doc17830-contenido.pdf>
- CEPAL-BID. (7 de MARZO de 2000). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe y el Banco Interamericano para el Desarrollo*. Obtenido de <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/4/10134/L428.pdf>
- CONAE. (2008). *COMISION NACIONAL DE ACTIVIDADES ESPACIALES*. Recuperado el 2014, de <http://www.rimd.org/advf/documentos/4921a2bfbe57f2.37678682.pdf>
- CONAGUA. (2011). (SEMARNAT, Editor) Recuperado el 2013, de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-1-11-EAM2011.PDF>
- CONAGUA. (2014). *www.conagua.gob.mx/glosario*. Recuperado el 2014, de <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=60&n3=89>
- CONANP. (s.f.). *Comisión Nacional de áreas naturales y protegidas*. Recuperado el 2012, de <http://cambioclimatico.conanp.gob.mx/glosario.php>
- CONAPO. (2001). *Nivel de ingreso y vulnerabilidad de los hogares*. Consejo Nacional de Población. Recuperado el 2012

- Conde, C. (2006). *México y el Cambio Climático Global*. México, DF, México: UNAM. Recuperado el Diciembre de 2011, de [http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/mexico\\_cambio\\_climatico/Mexico\\_y\\_el\\_cambio\\_climatico\\_global.pdf](http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/mexico_cambio_climatico/Mexico_y_el_cambio_climatico_global.pdf)
- Conde, C., Ferrer, R., & Liverman, D. (2000). Estudio de la vulnerabilidad de la agricultura de maíz de temporal mediante el modelo cereales-maíz. En C. Gay, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología, & US Country Studies Program (Edits.), *México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México* (pág. 220). D.F., México.
- Conde, C., Ferrer, R., Gay, C., & Araujo, R. (2004). *INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA*. Recuperado el 2012, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/437/conde.html>
- CONEVAL. (16 de Junio de 2010). *Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social*. Recuperado el 2012, de <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medicion%20Que-es-la-medicion-multidimensional-de-la-pobreza.aspx>
- CONEVAL. (2011). *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, México. Recuperado el 2012, de [http://www.coneval.gob.mx/cmsconeval/rw/resource/coneval/med\\_pobreza/Metodologia\\_final/Metodologia\\_para\\_la\\_Medicion\\_Multidimensional\\_de\\_la\\_Pobreza\\_en\\_Mexico.pdf?view=true](http://www.coneval.gob.mx/cmsconeval/rw/resource/coneval/med_pobreza/Metodologia_final/Metodologia_para_la_Medicion_Multidimensional_de_la_Pobreza_en_Mexico.pdf?view=true)
- CONEVAL. (2014). *CONEVAL.GOB.MX*. Recuperado el 2014, de <http://web.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Glosario.aspx>
- CRID. (2010). *CAMBIO CLIMATICO Y GESTION DEL RIESGO*. Obtenido de <http://cambioclimatico.cridlac.org/gestion-del-riesgo/cc-en-detalle/variabilidad-climatica-y-cc>
- Crowley, T., & North, G. (Mayo de 1988). Abrupt Climate Change and Extinction Events in Earth. *Science AAAS*, 240(4855), 996-1002.
- Darwin, R., Tsigas, M., Lewandrowski, J., & Ranases, A. (1995). *World Agriculture and Climate Change*. US.
- De la Torre, A., Fajnzlyber, P., & Nash, J. (2009). *www.upnfm.edu.hn*. Recuperado el 2012, de <http://www.upnfm.edu.hn/bibliod/images/stories/NDigitalesEducacion/desarrolloconmenoscarbono.pdf>
- Downing, T. (November de 2005). *Stockholm Environment Institute*. Recuperado el Agosto de 2012, de [http://www.pik-potsdam.de/research/transdisciplinary-concepts-and-methods/archiv/projects/project-archive/favaia/pubs/downing\\_etal\\_2005.pdf](http://www.pik-potsdam.de/research/transdisciplinary-concepts-and-methods/archiv/projects/project-archive/favaia/pubs/downing_etal_2005.pdf)

- Durán D., A. (2007). El discurso del desarrollo y las políticas del lugar de los movimientos sociales contemporáneos. En M. Zuleta, H. Cubides, M. Escobar, & I. d. Universidad Central (Ed.), *¿Uno solo o varios mundos? Diferencia, subjetividad y conocimiento en las ciencias sociales contemporáneas* (pág. 288). Bogotá, Colombia: Siglo del Hombre Editores. Recuperado el 2012
- Durán, J. (2007). *La pobreza y su relación con el desarrollo social, el crecimiento económico y empleo: Nuevas hipótesis teóricas e implicaciones prácticas*. Recuperado el 13 de febrero de 2012, de Banco de la República de Colombia:  
<http://www.banrep.gov.co/documentos/conferencias/medellin/2007/Teorias-Pobeza.pdf>
- Easterling, W., Crosson, P., Rosenberg, N., Mckenney, M., Katz, L., & Lemon, K. (1993). *Agricultural impacts of and responses to climate change in the Missouri-Iowa-Nebraska-Kansas*. Nebraska.
- e-educativa. (2014). *e-educativa.ctedu.es*. Obtenido de [http://e-educativa.ctedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//3500/3693/html/6\\_los\\_municipios.html](http://e-educativa.ctedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//3500/3693/html/6_los_municipios.html)
- efectoinvernadero.es*. (s.f.). Obtenido de <http://efectoinvernadero.es/>
- efectoinvernadero.es*. (s.f.). Obtenido de <http://efectoinvernadero.es/>
- e-local.gob.mx. (2013). *e-local.gob.mx*. Recuperado el agosto de 2013, de <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM16michoacan/municipios/16097a.html>
- Enrique Vargas, J. (2002). *Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales*. CEPAL-ECLAC. Santiago de Chile: CEPAL-ECLAC.
- Escalante, R., Galindo, L., & Catalán, H. (15 de Marzo de 2005). La evolución del producto del sector agropecuario mexicano, 1960-2002: algunas regularidades empíricas. *Cuadernos de Desarrollo Rural*(34), 87-112.
- Estrada Porrúa, M. (2001). *INEGI*. Recuperado el 2013, de <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/contenidos/articulos/ambientales/climatico.pdf>
- FAO. (2006). *Informe de Políticas. Seguridad Alimentaria*. Obtenido de [ftp://ftp.fao.org/es/ESA/policybriefs/pb\\_02\\_es.pdf](ftp://ftp.fao.org/es/ESA/policybriefs/pb_02_es.pdf)
- FAO. (2007). *Cambio Climático y Seguridad Alimentaria: Un Documento Marco*. Roma.
- FAO. (2010). *Gestión del riesgo de sequía y otros eventos extremos en Chile*. Recuperado el 2012, de <http://www.fao.cl/pubs/pdf/climachl.pdf> Leído el 20 de septiembre de 2010.

- FAO. (2011). *Metodología para el desarrollo cartográfico para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo agroclimático en Chile*. Santiago de Chile.
- Feres, J., & Mancero, X. (2013). *CEPAL*. Recuperado el Agosto de 2013, de <http://www.eclac.cl/deype/mecovi/docs/TALLER5/26.pdf>
- Flores, M. (2006). *Vulnerabilidad de las zonas potencialmente aptas para maíz de temporal en México ante el cambio climático.. En México; una ...* . Mexico, D.F.
- Foschiatti, A. (2009). Recuperado el 19 de Enero de 2014, de <http://hum.unne.edu.ar/publicaciones/instGeo/digitales/vulnerabilidades/archivos/cap1.pdf>
- Foschiatti, A. (s.f.). *Vulnerabilidad global y pobreza. Consideraciones conceptuales*. Charco, Argentina: Universidad Nacional del Noroeste .
- Garduño, R. (2004). *INE*. Recuperado el 2011, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/437/rene.html>
- GE. (Abril de 2014). *AEMet*. Obtenido de [http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/fenologia](http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/fenologia)
- Gobierno de la Republica. (2012). *Estrategia Nacional del Cambio Climático. Anexo Metodológico del Diagnóstico de Adaptación*. México, DF.
- Gobierno de Michoacán. (2014). *michoacan.gob.mx*. Recuperado el 2012, de <http://michoacan.gob.mx/index.php/gobierno-y-estado/118-climas>
- González, M. (s/f). *El municipio en México*. Obtenido de Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM: <http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/repjurad/cont/3/art/art2.pdf>
- greenfacts. (2011). *www.greenfacts.org*. Recuperado el Agosto de 2011, de <http://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico/calentamiento-global.htm>
- GreenFacts. (Abril de 2014). *Facts on Health and the Environment*. Obtenido de <http://www.greenfacts.org/es/glosario/def/forzamiento-radiativo.htm>
- Guillén A., H. (2010). Obtenido de [http://www.cic.umich.mx/documento/divulgacion/Cartograf%C3%ADa\\_agroecol%C3%B3gica%20el\\_aguacate.pdf](http://www.cic.umich.mx/documento/divulgacion/Cartograf%C3%ADa_agroecol%C3%B3gica%20el_aguacate.pdf)
- Gutiérrez-Contreras, A., Lara-Chávez, B., Guillén-Andrade, H., & Chávez-Bárceñas, A. (2010). Agroecología de la Franja Aguacatera en Michoacán, México. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Sistema de Información Científica*, 647-653.

- Hernández Cerda, M., Torres, L., & Valdez M., G. (s.f.). *ATMOSFERA.UNAM.MX*. Recuperado el 2012, de [http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio\\_climatico/sequia.pdf](http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio_climatico/sequia.pdf)
- Hernandez Sampieri, R. (2007). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Homero C., D., & Gasca, J. (2004). *Instituto Nacional de Ecología*. Recuperado el 2012, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/437/dick.html>
- Ibarrán, M., Malone, E., & Brenket, A. (December de 2008). *U.S. DEPARTAMENT OF ENERGY*. Recuperado el 2012, de [http://www.pnl.gov/main/publications/external/technical\\_reports/PNNL-18136.pdf](http://www.pnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-18136.pdf)
- Ibarrarán, M., & Rodríguez, M. (2007). *Estudio sobre Economía del Cambio Climático*. Universidad Iberoamericana de Puebla, Instituto Nacional de Ecología.
- INAFED. (junio de 2012). *inafed.gob.mx*. Obtenido de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/index.html>
- INE. (2011). *Vigencia del concepto Capital Humano. Hacia una medición acorde con el advenimiento de la sociedad del conocimiento*. Santiago de Chile: Instituto Nacional de Estadística.
- INECC. (30 de Agosto de 2014). *cambioclimatico.inecc.gob.mx*. Obtenido de <http://cambioclimatico.inecc.gob.mx/pregfrecuentes.html>
- INEGI. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de [www.inegi.com.mx](http://www.inegi.com.mx)
- INEGI. (2011). *INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFÍA*. Recuperado el 2012, de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/territorio/clima.aspx?tema=me&e=16>
- INEGI. (2013). *Estadísticas a Propósito del día Internacional para la Reducción de los Desastres*. México.
- INEGI. (agosto de 2014). *inegi.org.mx*. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/economia/infraestructura.aspx?tema=me&e=16>
- INE-SEMARNAT. (2012). Obtenido de [http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo\\_sector/estados/vulne\\_michoacan.html](http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_michoacan.html)
- INIA. (s.f.). *INIA.ORG.UY*. Recuperado el 2014, de [http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/le/cc\\_tempe.htm](http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/le/cc_tempe.htm)
- INIFAP. (2009). Recuperado el 2013, de [http://www.inifapcirne.gob.mx/Revistas/Archivos/libro\\_aguacate.pdf](http://www.inifapcirne.gob.mx/Revistas/Archivos/libro_aguacate.pdf)

- IPCC. (1997). *Impactos regionales del cambio climático. Evaluación de la vulnerabilidad*.
- IPCC. (2000). *Escenarios de emisiones. Resumen para responsables de políticas*.
- IPCC. (2001). *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Recuperado el Enero de 2014, de <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>
- IPCC. (2001). *www.ipcc.ch*. Recuperado el 2008, de <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesis-syr/spanish/wg2-summaries.pdf>
- IPCC. (2007). *IPCC*. Recuperado el 2014, de [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)
- IPCC. (2007). *IPCC.CH*. Recuperado el 2012, de <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-faqs-sp.pdf>
- Kuroiwa, J. (2009). *Reducción de desastres: viviendo en armonía con la naturaleza*. Texas, U.S.A.: Universidad de Texas.
- Liverman, D. (1990). *Drought Impacts in Mexico: Climate, Agriculture, Technology and Land Tenure in Sonora and Puebla*. PA: Pennsylvania State University, University Park.
- López, R., J., Mora, E. M., & Tovar, A. (Enero-Junio de 2010). Variaciones temporales y espaciales de la especialización productiva del maíz en Venezuela (1984-2004). *AGROALIMENTARIA*, 16(30).
- losreyesmichoacan.gob.mx. (2013). Recuperado el 2013, de <http://www.losreyesmichoacan.gob.mx/sitio/index.php>
- Maddison, D., Manley, M., & Kurukulasuriya, P. (2007). *The Impact Of Climate Change On African Agriculture : A Ricardian Approach*. World Bank.
- Magaña R., V. (Enero de 2010). *INECC*. Recuperado el Julio de 2012, de [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2010\\_guia%20escenarios\\_cc.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2010_guia%20escenarios_cc.pdf)
- Magaña, V. (2004). Recuperado el 2010, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/437/magana1.html>
- Magaña, V., & Gay, C. (s.f.). *Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambiental, social y económicos*. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Magaña, V., Conde, C., Sánchez, O., & Gay, C. (1997). *Evaluaciones de escenarios regionales de clima actual de de cambio climático futuro para México*. México, D.F.
- Magaña, V., Conde, C., Sanchez, O., & Gay, C. (2000). Evaluación de escenarios regionales de clima actual y de cambio climático futuro para México. En C. Gay, *México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México* (pág. 220). D.F., México.

- Magaña, V., Matías, J., Morales, R., & Millán, C. (s.f.). Consecuencias presentes y futuras de la variabilidad y el cambio climático en México. En A. Fernández, & J. Martínez, *Cambio climático una visión desde México* (págs. 201-2012). México.
- Meldensohn, R., & Nordhaus, D. (1999). The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis: Reply. *American Economic Review*, 1053-1055.
- Mendelsohn, R., & Seo, N. (2007). *Changing Farm Types and irrigation as an adaptation to climate change in Latin American agriculture*. World Bank.
- michoacan.gob.mx*. (s.f.). Recuperado el 2012, de <http://www.michoacan.gob.mx/index.php/temas/gobierno-y-estado/michoacan>
- Miguel V., A., Maldonado, P., Torres, J., & Reyes, R. (Febrero de 2008). *eumed*. Recuperado el Agosto de 2012, de Instituto Tecnológico de Oaxaca: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2008c/444/>
- Molua, E., & Lambi, C. (2007). *The Economic Impact of Climate Change on Agriculture in Cameroon*. Pretoria, South Africa: The World Bank.
- Monterroso, A., Conde, C., & Gómez, J. (2007). Vulnerabilidad y Riesgo en Agricultura por cambio climático en la Región Centro del Estado de Veracruz, México. *Zonas áridas*.
- Nicholls, C., & Altieri, M. (2012). Recuperado el 2013, de [www.revistas.um.es/agroecologia/article/download/160641/140511](http://www.revistas.um.es/agroecologia/article/download/160641/140511)
- OCDE. (1996). *Measuring What People Know*. París, Francia: OCDE.
- Ochoa Campos, M. (1981). *El municipio, su evolución institucional*. México: Banobras, Instituto de Asesoría y Capacitación financiera municipal.
- OEIDRUS. (2006). *Caracterización edafoclimática del área productora de aguacate de Michoacán*. México: OEIDRUS.
- OIEDRUS-SONORA. (2014). *oiedrus-sonora.gob.mx*. Recuperado el 2014, de <http://www.oiedrus-sonora.gob.mx/documentos/agricola/Glosario%20Agricola.pdf>
- ONU. (1992). *Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. Recuperado el 2011, de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- ONU. (1998). *Naciones Unidas*. Recuperado el 2012, de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Ordaz, J., Ramírez, D., Mora, J., Acosta, A., & Serna, B. (2010). *Costa Rica. Efectos del cambio climático sobre la agricultura*. CEPAL, Comisión Económica para América Latina, México, D.F.

- Ordaz, J., Ramirez, D., Mora, J., Acosta, A., & Serna, B. (2010). *Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura*. México, DF: CEPAL.
- Ortiz Paniagua, C., Ortega Flores, & Ortega Gómez, A. (2013). *Implicaciones en la agricultura desde los escenarios de cambio climático en la región agrícola de Tierra Caliente, Michoacán: 2025-2075*. Morelia, Mich.
- Palacios, J. (Junio de 1983). *Revista Interamericana de Planificación*. Recuperado el 2012, de <http://www.ucla.edu/ve/dac/Departamentos/AdmPubII/materiales/EL%20CONCEPTO%20DE%20REGION.pdf>
- Palma, B., Conde, C., Morales, R., & Colorado, G. (2007). *Análisis de la Vulnerabilidad Agrícola. Plan estatal de Acción para el Estado de Veracruz, México*. México: Memoria de congreso.
- Passel, S., Massetti, E., & Mendelsohn, R. (2008). *A Ricardian analysis of the impact of climate change on European agriculture*. Yale University: Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Petit, J., & Jouzel, J. (3 de Jun de 1999). *www.nature.com*. Recuperado el 2012, de [http://geoweb.princeton.edu/people/bender/lab/downloads/Petit\\_et\\_al\\_1999\\_copy.pdf](http://geoweb.princeton.edu/people/bender/lab/downloads/Petit_et_al_1999_copy.pdf)
- Phillips, T. (2008). NASA. Recuperado el 2012, de [http://science1.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2008/10jan\\_solarcycle24/](http://science1.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2008/10jan_solarcycle24/)
- PNUD. (2003). *PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO*. Recuperado el 2013, de <http://www.undp.org.mx/IMG/pdf/Cuadernos2003-1.pdf>
- PNUD. (2006). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Recuperado el 2013, de <http://origin-hdr.undp.org/es/informes/mundial/idh1996/capitulos/espanol/>
- PNUD. (2008). *Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo*. Recuperado el 2013, de [http://hdr.undp.org/fr/rapports/national/ameriquelatinecaraiibes/mexico/IDH\\_Michoacan\\_2007.pdf](http://hdr.undp.org/fr/rapports/national/ameriquelatinecaraiibes/mexico/IDH_Michoacan_2007.pdf)
- PNUD. (2009). *UNDP.ORG.MX*. Recuperado el 2014, de <http://www.undp.org.mx/IMG/pdf/IDHGenero2000-2005FINAL.pdf>
- Poviña, A. (julio-octubre de 1969). La integración regional y el municipio. *Revista de la Universidad Nacional de Córdoba*, 630.
- RECURSOSTIC.EDUCACION.ES. (2008). *WWW.RECURSOSTIC.EDUCACION.ES*. Recuperado el 2014, de <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/1esobiologia/1quincena5/pdf/quincena5.pdf>
- Rendón, T. (1995). *Derecho municipal*. México: Porrúa.

- RET. (Septiembre de 2008). *REVISTA ELECTRONICA TERRITORIAL*. Recuperado el 2014, de [http://app.jalisco.gob.mx/enlaceit.nsf/Ed8\\_RiesgosHidro?OpenPage](http://app.jalisco.gob.mx/enlaceit.nsf/Ed8_RiesgosHidro?OpenPage)
- Rodriguez, R., Benito, A., & Portela, A. (2004). *Meteorología y Climatología*. Fundación española para la ciencia y la tecnología (FECYT). Recuperado el 2012, de <http://www.fecyt.es/fecyt/docs/tmp/-2062958544.pdf>
- Rojas, J., Mora, E., & Tovar, A. (Enero de 2010). Analisis exploratorio de las variaciones temporales y parciales de la especializacion productiva del maiz en Venezuela (1984-2004). *AGROALIMENTARIA*, 16(30), 61-75.
- Rosengaus, M. (2007). *SMN*. Obtenido de [http://www.ai.org.mx/ai/archivos/seminarios/cambio\\_climatico/Medicion%20del%20Cambio%20climatico%20en%20Mexico.pdf](http://www.ai.org.mx/ai/archivos/seminarios/cambio_climatico/Medicion%20del%20Cambio%20climatico%20en%20Mexico.pdf)
- Roseznweig, C., & Parry, M. (1994). Potential Impact of Climate Change on World Food Supply. *Nature*, 367, 133-138.
- Ruiz, S., L., & Cruz N., X. (2004). Los gases efecto invernadero y sus emisiones en México. En J. Martínez, & A. Fernández, B., *El cambio climático: una visión desde México* (págs. 109-121). México, DF.
- Salazar G., S., & Zamora C., L. (2005). *California Avocado Society*. Recuperado el 2013, de [http://www.avocadosource.com/CAS\\_Yearbooks/CAS\\_87\\_2004-2005/CAS\\_2004-05\\_V87\\_PG\\_045-054.pdf](http://www.avocadosource.com/CAS_Yearbooks/CAS_87_2004-2005/CAS_2004-05_V87_PG_045-054.pdf)
- Samuelson, & Norhaus. (2008). *Economía* (18a. ed.). Prentice Hall.
- Santibañez Q., F., Santibañez, V., P., & Solis, L. (2008). *Análisis de vulnerabilidad del sector silviagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente a escenarios del cambio climático*. Centro de Agricultura y Medio Ambiente y Facultad de ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.
- Schlenker, W., Hanemann, M., & Fisher, A. (2006). The Impact of Global Warming on U.S. Agriculture: An Econometric Analysis of Optimal Growing Conditions. *Review of Economics and Statistics*, 88(1), 113-125.
- SCJN. (28 de Enero de 2013). Recuperado el 2013, de <http://legislacion.scjn.gob.mx/ AccesoInformacion/ArticulosFast.aspx?IdLey=6004&IdRef=87&aID=1>
- SE. (2012). *SECRETARIA DE ECONOMIA*. Recuperado el 2013, de [http://www.economia.gob.mx/files/Monografia\\_Aguacate.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/Monografia_Aguacate.pdf)
- SE. (FEBRERO de 2012). *SECRETARIA DE ECONOMIA*. Recuperado el 2014, de [http://www.economia.gob.mx/files/Monografia\\_Aguacate.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/Monografia_Aguacate.pdf)

- SEDESOL. (2012). Recuperado el 2013, de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=16&mun=083>
- SEDESOL. (2013). Obtenido de Unidad de Microrregiones: <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/default.aspx?entra=nacion>
- SEDESOL. (2013). *UNIDAD DE MICROREGIONES*. Recuperado el 2013, de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/Default.aspx?tipo=clave&campo=mun&valor=16>
- SEMARNAT. (Noviembre de 1997).
- SEMARNAT. (2014). *www.semarnat.gob.mx/glosario III.2 Agua*. Recuperado el 2014, de [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas\\_2000/compendio\\_2000/03dim\\_ambiental/03\\_02\\_Agua/data\\_agua/GlosarioIII.2.htm](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/compendio_2000/03dim_ambiental/03_02_Agua/data_agua/GlosarioIII.2.htm)
- SEMARNAT-INE. (Octubre de 2006). *undp.org.mx*. Recuperado el 2012, de [http://www.undp.org.mx/IMG/pdf/Tercera\\_Comunicacion\\_Nacional.pdf](http://www.undp.org.mx/IMG/pdf/Tercera_Comunicacion_Nacional.pdf)
- SEPLADE. (2004). *Nueva regionalizacion para la planeacion y desarrollo del estado de Michoacán*. Morelia, Mich.
- SIAP. (2013). Recuperado el 2013, de [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351)
- SIAP-AGUACATE. (2003-2009). Recuperado el 30 de JULIO de 2011, de [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351)
- SIAP-SAGARPA. (2011). *SIAP-SAGARPA*. Recuperado el 2012, de <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>
- Singh, R., Murty, H., & Gupta, A. (2009). *An overview of sustainability assessment methodologies, Ecological Indicators*.
- SRE. (2012). Recuperado el 2013, de [http://www.sre.gob.mx/coordinacionpolitica/images/stories/documentos\\_gobiernos/pmi\\_choesp.pdf](http://www.sre.gob.mx/coordinacionpolitica/images/stories/documentos_gobiernos/pmi_choesp.pdf)
- SRE. (s.f.). *sre.gob.mx*. Recuperado el 01 de Agosto de 2014, de [http://www.sre.gob.mx/coordinacionpolitica/images/stories/documentos\\_gobiernos/pmi\\_choesp.pdf](http://www.sre.gob.mx/coordinacionpolitica/images/stories/documentos_gobiernos/pmi_choesp.pdf)
- Stern, N. (2007). Recuperado el 2014, de [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview\\_index.htm](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm)

- tacambaro.gob.mx. (2013). Obtenido de <http://tacambaro.gob.mx/>
- Terjung, D., Liverman, M., & Hayes, J. (1984). Climate change and water requirements for grain corn in the North American great plain. En *Climate Change* (págs. 193-220). USA: University of California, Los Angeles.
- TIERRA DE IDEAS. (S/N). *tierra de ideas*. Recuperado el 2014, de <http://www.tierradeideas.com/centro/local/convenio/kyoto/estrategia/cap3.pdf>
- Toledo, R., & Alcantar, J. (septiembre de 2009). Expansion del cultivo del Aguacate y Deforestación en Michoacán. *El Aguacatero*(58).
- Torres Rojo, J. (2008). *Comportamiento critico autoorganizado de la superficie agricola siniestrada: su uso en la definicion de riesgo agroclimatico*. CIDE. México, DF: CIDE.
- Torres, J., & Gómez, A. (2008). *CEDA.ORG.EC*. (S. P. -ITDG, Ed.) Obtenido de [www.ceda.org.ec/.../404-adaptacion-al-cambio-climatico-de-los-frios-y-los-calores-en-los-Andes](http://www.ceda.org.ec/.../404-adaptacion-al-cambio-climatico-de-los-frios-y-los-calores-en-los-Andes)
- travelbymexico.com. (2014). *travelbymexico.com*. Obtenido de <http://www.travelbymexico.com/estados/michoacan>
- UNDP. (2014). *HUMAN DEVELOPMENT REPORTS*. Recuperado el 2014, de <http://hdr.undp.org/es/content/el-%C3%ADndice-de-desarrollo-humano-idh>
- UNI/ISDR. (2004). *Living with a risk. a global review of disaster reduction initiatives*. United Nations International Strategy for Disasters Reduction, Geneva.
- UNISDR. (Mayo de 2009). *Terminología sobre Reducción del riesgo de Desastres*. Ginebra, Suiza.: Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. Obtenido de [http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)
- uruapanmich. (2013). Obtenido de <http://www.uruapanmich.com/>
- USAC. (2010). Tema I. Conceptos de municipio y derecho municipal. En USAC, *Derecho municipal*. México, DF.
- USAID. (2007). *Adaptación a la variabilidad y al cambio climático. Un manual para la planificación del desarrollo*. Obtenido de <http://www.siagua.org/sites/default/files/documentos/pnadm557.pdf>
- Vargas, J. (Abril de 2002). *CEPAL-ECLAC*. Recuperado el 2011
- Velasco, A., Maldonado, P., Torres, J., & Reyes, R. (2008). *eumed.net Enciclopedia virtual*. Recuperado el Julio de 2012, de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2008c/444/>

Villers R., I., & Trejo Vazquez, I. (2004). *Vulnerabilidad de las zonas potencialmente aptas para maiz de temporal en México ante el cambio climático.*

Warrick, R. (1984). *The possible impacts on the wheat production of a recurrence of the 1930s drought in the U.S. grain plains.* ISA.

Watson Ch., R. (2000). *Intergovernmental Panel on Climate Change.*