Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized

MICHOACÁN TRABAJA

Banco Mundial

58872

Contribución para la formulación del Plan de Acción frente al Cambio Climático del Estado de Michoacán

Por

- César Herrera Toledo
- Rosalva Landa Ordaz
- Enrique Aguilar Amilpa
- Ricardo Sandoval Minero

Contribución para la Formulación del Plan de Acción Frente al Cambio Climático del Estado De Michoacán

Copyright © 2010 by The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 1818 H Street, N.W.

Washington, D.C. 20433, U.S.A.

Internet: www.worldbank.org.mx

All Rights Reserved

Printing and Manufactured in Mexico / 2010

First Printing: December, 2010

The findings, interpretations, and conclusions expressed in this book are entirely those of the authors and should not be attributed in any manner to the World Bank, to its affiliated organizations, or to members of its Board of Executive Directors or the countries they represent. The views in this document do not necessarily reflect those of the Government of Michoacán.

The World Bank does not guarantee the accuracy of the data included in this publication and accepts no responsibility for any consequence of their use. The boundaries, colors, denominations, and other information shown on any map in this volume do not imply on the part of the World Bank Group any judgment on the legal status of any territory or the endorsement or acceptance of such boundaries.

Rights and Permissions

The material in this publication is copyrighted. The World Bank encourages dissemination of its work and normally will promptly grant permission to reproduce portions of the work. For permission to reprint individual articles or chapters, please fax a request with complete information to Fernanda Zavaleta, Communications Officer – The World Bank Colombia and Mexico Fax (55) 5480-4222. All other queries on rights and licenses should be addressed to the Communications Officer, The World Bank Mexico at the above faxed to (55) 5480-4222.

The World Bank - Mexico

Cover and Design: Alejandro Espinosa/sonideas.com

Cover photo: Alfredo Srur/The World Bank's Photo Library

Backcover photos: Curt Carnemark//The World Bank's Photo Library

Photos: p. viii, 8, 16, 32 y 40 Curt Carnemark/The World Bank's Photo Library; p. x krazykaty/sxc.hu; p. 4 Karin Lau/Dreamstime.com.

MICHOACÁN TRABAJA

Banco Mundial

Contribución para la formulación del Plan de Acción frente al Cambio Climático del Estado de Michoacán

César Herrera Toledo
Rosalva Landa Ordaz
Enrique Aguilar Amilpa
Ricardo Sandoval Minero

CONSULTORES

Octubre 2010

Contenido

Acrónimos vii

Agradecimientos ix

Responsabilidad ix

Resumen Ejecutivo 1

El taller de Manejo de Riesgos Climáticos 1

Agua 2

Agricultura 2

1. Antecedentes, objetivo y alcances del estudio de consultoría 5

1.1. Antecedentes 5

1.2. Objetivo y alcances 6

1.3. Recopilación y revisión de la información 6

2. Introducción 9

2.1 Marco nacional de acción climática 9

2.2 Instrumentos de planeación 9

2.3 Programas estatales de cambio climático 10

2.4 El Plan Rector – Estrategia en Materia de Cambio Climático del Estado de Michoacán 12

2.5 Avances de Michoacán en materia de cambio climático 13

3. Contexto general del Estado de Michoacán frente al cambio climático 17

3.1. Principales características físicas y socioeconómicas 17
3.2 Hidrografía e Hidrología 22
3.3 Variables socioeconómicas 24
3.4 La Agricultura en Michoacán 28

4. Escenarios y cambios esperados bajo condiciones de cambio climático 33
4.1 Antecedentes 33
4.2 Escenarios generados para el proyecto 35

5. Medidas de adaptación en sectores piloto 41
5.1 Posibles impactos en sectores prioritarios 41
5.3 Resultados del taller de consulta 47
Análisis de vulnerabilidad 51
Orientaciones generales 65
6.1 Programa de acciones prioritarias en sectores piloto (2010-2012) 66
6.1.2 Agua 67
6.2 Bases para un Programa Estratégico 2012-2030 69
6.3 Adecuaciones institucionales 69
6.4 Financiamiento 70
6.5 Comentarios finales 70

6. Literatura consultada 72

Cuadro

Cuadro: Modelos para análisis de escenarios 37

Figuras

Figura. 3.1: Ubicación del Estado de Michoacán 17
Figura. 3.2: Principales Elevaciones (msnm) y características altimétricas del Estado de Michoacán 18
Figura. 3.3: Provincias y subprovincias fisiográficas en el estado de Michoacán 19
Figura 3.4: Regiones climáticas en el estado de Michoacán 20
Figura 3.5: Distribución de regiones hidrológicas y cuencas en el estado de Michoacán 22
Figura 3.6: Población total, tasa de crecimiento y proyecciones para Michoacán de Ocampo en el periodo 1910-2030. 24
Figura 3.7: Distribución de la densidad poblacional por municipio en el estado de Michoacán al año 2000 25
Figura 3.8: Distribución de la estructura de edades según intervalo para el estado de Michoacán al año 2008 25
Figura 3.9: Distribución según grado de marginación en el estado de Michoacán para el año 2005 26
Figura 3.10: Usos del suelo en Michoacán 29
Figura 3.11: Distritos de Desarrollo Rural en Michoacán 30
Figura. 4.1:. Condiciones de clima actual y cambios esperados al año 2030, Michoacán, México 34
Figura 4.2: Desastres de origen hidrometeorológico que han afectado a Michoacán en el periodo 1980-2001 35

Tablas

Tabla 1.1: Documentos de referencia 7
Tabla 2.1: Fases de implementación de la Estrategia Estatal de Cambio Climático 12
Tabla 3.1: Formas arbóreas predominantes en el Estado de Michoacán 21
Tabla 3.2: Regiones hidrológicas y sus respectivas cuencas en Michoacán 22
Tabla 3.3: Principales ríos del estado de Michoacán. 23
Tabla 3.4: Algunos indicadores socioeconómicos del estado de Michoacán. 27
Tabla 3.5: Distribución de productos de la industria manufacturera por región en el estado de Michoacán 28
Tabla 3.6: Principales productos agrícolas 28
Tabla 4.1: Variación de temperatura y precipitación esperadas para el estado de Michoacán 33
Tabla 4.2: Ejemplos de impactos de algunos eventos extremos registrados en Michoacán en la década pasada 35
Tabla 5.1: Ejemplos de variables de cambio climático 45
Tabla 5.2: Confiabilidad de las variables de cambio climático 45
Tabla 5.3: Ejemplo de Temas de análisis 45
Tabla 5.4: Riesgos 46
Tabla 5. 5: Vulnerabilidad 46
Tabla 5.6: Agenda de trabajo 48
Tabla 5.7: Matriz de impactos: Agricultura 50
Tabla 5.8: Matriz de adaptación: Agricultura 52
Tabla 5.9: Priorización de las medidas 56
Tabla 5.10: Desempeño de las medidas de adaptación 57
Tabla 5.11: Matriz de impactos para los temas relacionados con agua 60
Tabla 5.12: Matriz de adaptación para los temas relacionados con el agua 62
Tabla 5.13: Priorización de medidas de adaptación en agua 64
Tabla 5.14: Desempeño de las medidas de adaptación: Agua 65

Acrónimos

AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
BM	Banco Mundial (Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento)
CIMMyT	Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo
INE	Instituto Nacional de Ecología
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
COPLADE	Coordinación de Planeación para el Desarrollo
CEAC	Comisión Estatal de Agua y Gestión de Cuencas
SEDRU	Secretaría de Desarrollo Rural
SS	Secretaría de Salud de Michoacán
SUMA	Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente
UMSNH	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

Agradecimientos

Este reporte es el resultado de un esfuerzo de colaboración entre el Banco Mundial y el Gobierno del Estado de Michoacán, bajo el liderazgo de la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente. Se agradece especialmente el apoyo brindado por el Sr. Gobernador Lic. Leonel Godoy Rangel y a la Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente Mtra. Catalina Rosas Monge; al grupo de expertos locales en materia ambiental y políticas públicas, Dr. Arturo Chacón Torres, Asesor; Mtro. Alberto Rojas Rueda, Asesor; Biol. Sergio Escárcega Rodríguez Director de Contención del Deterioro Ambiental, Rocío Ballesteros López, Jefa del Departamento de Mitigación del Cambio Climático; así como a Fernando Ojeda, Subdirector de Cuencas de la Comisión Estatal de Aguas y Gestión de Cuencas; y Luciano Grobet Vallarta, Asesor de la Secretaría de Desarrollo Rural. Se agradece asimismo a la SEMARNAT, el INE y la CONAGUA, la apertura que mostraron para tener acceso a la información que han generado.

En todo momento contamos con el apoyo de funcionarios del Banco Mundial, a quienes manifestamos nuestro agradecimiento, en particular a: Ann Jeannette Glauber con quien iniciamos el trabajo y a Richard Damania que lideró la segunda fase. Asimismo a David George, Michael Peter Steen Jacobsen, Diego Juan Rodríguez y Yerania Sánchez Ramos[1] con quienes compartimos la experiencia del Segundo Taller realizado en Morelia.

En la elaboración directa del reporte participaron: César Herrera, Ricardo Sandoval, Rosalva Landa y Enrique Aguilar. Los escenarios de cambio climático los preparó Víctor Magaña de la UNAM; Sergio Macías y David Corderi generaron información y realizaron análisis de las cuencas del Estado.

Responsabilidad

Los resultados, interpretaciones y conclusiones contenidas en este reporte son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista de los Directores Ejecutivos del Banco Mundial o del Gobierno de Michoacán.

1 En orden alfabético

Resumen Ejecutivo

México enfrenta el reto que plantea el Cambio Climático, al asumir metas ambiciosas para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero como parte de una estrategia nacional y al establecer el marco para la formulación de planes estatales de acción.

El Gobierno del Estado de Michoacán bajo la conducción de la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, ha iniciado la preparación del Plan de Acción correspondiente denominado Plan Rector de la Estrategia Estatal de Cambio Climático, mediante un proceso participativo en el que concurren los principales actores del Estado, de las dependencias gubernamentales, la Academia y la sociedad civil.

En coordinación con el Banco Mundial, el Gobierno del Estado ha iniciado una serie de talleres como parte de un proceso de consulta. En el taller realizado en Noviembre de 2009, se identificó la necesidad de llevar a cabo un taller de Manejo de Riesgo Climático, el cual se desarrolló en octubre del presente año. En este documento se presentan los principales resultados del taller, en el que destacan las medidas de adaptación para dos temas de importancia capital para el Estado: la agricultura de maíz de temporal y el agua.

Se analizaron escenarios de Cambio Climático mediante el modelo dinámico japonés de clima regional (Earth Simulator) tiene un solo escenario regional (22km X 22km) bajo A1B para finales del s. XXI. Adicionalmente, se contó con un ensamble multimodelo de escenarios regionales de 50 km X 50 km (downscaling). A partir de los resultados de esos escenarios se puede decir que la temperatura aumentará en el Estado de Michoacán y la lluvia será más errática, habrá más sequías y lluvias más intensas que podrán generar inundaciones.

El taller de Manejo de Riesgos Climáticos

El taller tuvo una característica fundamental: agrupó a expertos locales en los temas analizados, en este caso en agricultura de temporal y en agua. Esto reviste especial importancia porque el conocimiento y la sensibilidad de los especialistas que participaron permitió calificar los riesgos y definir las medidas de adaptación más convenientes, acordes con las características del Estado.

Se elaboraron matrices de riesgos a partir de los impactos esperados ante cambios en las variables climatológicas. Posteriormente, matrices de medidas de adaptación con base en la de riesgos y finalmente se desarrolló una metodología para jerarquizar las medidas. Esta labor hubiera sido muy difícil si no se hubiera contado con los participantes locales.

Agua

En el taller de agua, participaron especialistas de la materia, una especialista en medio ambiente y médicos del sector salud. Las principales propuestas de medidas de adaptación

- **Medidas de uso eficiente** del agua.
- **Reuso de aguas residuales** tratadas.
- **Mecanismos para adecuar y** flexibilizar los derechos de agua.
- **Reducción de la demanda.**
- **Calidad del agua.**
- **Regulación de asentamientos en** zonas de riesgo.
- **Aseguramiento de la infraestructura.**
- **Flujos ambientales.**
- **Incendios forestales.**
- **Protección de ecosistemas.**

Respecto de la interrelación agua-salud,

(i.) **Organizar los servicios de** salud para dar respuesta inmediata en los diferentes niveles de atención que se contemplan en los planes de prevención y manejo de los eventos,

(ii.) **Fortalecer los sistemas preventivos** existentes mediante la implmentación de guías clínicas de manejo en el asma bronquial; aplicación de vacunas para desensibilizar a la población, y intensificar las alertas sanitarias sobre los alérgenos presentes en las distintas regiones del estado.

Agricultura

Actualmente, el Gobierno del Estado de Michoacán desarrolla programas en apoyo a las actividades agropecuarias, entre otros, en los siguientes rubros que pueden tener relación con las recomendaciones del taller y que sería necesario adecuar y reforzar en el corto plazo

- **Fortalecimiento de la Organización** Rural en Regiones Marginadas:
- **Seguridad Alimentaria:**
- **Uso Sustentable de Recursos** Naturales:
- **Capacitación:**
- **Asistencia Técnica Gratuita y** de Calidad:
- **Soporte:**
- **Soporte (Convenio SAGARPA- Estado):**
- **Regulación del comportamiento del** mercado primario de granos básicos:
- **Articulación y competitividad de** las cadenas productivas:

Por otra parte, se sugiere la necesidad de realizar un análisis de los arreglos institucionales actuales desde la perspectiva de adaptación al cambio climático. Dados los tiempos políticos actuales este análisis sería por demás oportuno.

En relación con el financiamiento, La instrumentación de una estrategia de adaptación al cambio climático para el estado de Michoacán requerirá de un esfuerzo sostenido que trasciende los períodos administrativos. Además de los recursos fiscales, la prioridad que se de a las medidas de adpatación podría reflejarse en incentivos que favorezcan la participación del sector privado y analizar el posible acceso a fondos establecidos por distintas instituciones bilaterales e internacionales que podrían apoyar el financiamiento de algunos proyectos piloto.

1. Antecedentes, objetivo y alcances del estudio de consultoría

1.1. Antecedentes

El Gobierno del Estado de Michoacán lleva a cabo una serie de acciones para instrumentar una estrategia integral de atención al cambio climático. En ese contexto, se han llevado a cabo una serie de reuniones con la asistencia del Banco Mundial:

- **24-25 De febrero de 2009:** misión del Banco Mundial para la identificación de posibles áreas de colaboración con el Gobierno de Michoacán
- **22 de abril de 2009:** misión del Banco Mundial para la identificación de los actores clave en la preparación del PACC
- **25-26 de mayo de 2009:** presentación de la información existente sobre el Cambio Climático y vulnerabilidad del Estado de Michoacán
- **9 y 10 de junio de 2009:** presentación de las prioridades del sector
- **17-19 de noviembre de 2009:** taller de evaluación ambiental estratégica
- **mayo de 2010: presentación** del Plan Rector de la Estrategia Estatal de Cambio Climático de Michoacán

Existen dos grupos de trabajo constituidos en el Gobierno del Estado:

- **Un Comité Intersectorial** de Sustentabilidad y Cambio Climático
- **Un Comité Técnico o** supervisor, que actúa como Secretariado del anterior, a cargo del seguimiento del proceso para la integración del Plan

Al inicio del proceso de consultoría se consideró necesario contar con información más detallada sobre los escenarios de cambio climático previamente a la realización del taller, para lo cual se llevó a cabo un estudio adicional.

1.2. Objetivo y alcances

El *objetivo* general de la consultoría es preparar un borrador inicial como insumo para el Plan de Acción del Estado de Michoacán frente al Cambio Climático, tomando dos sectores piloto con objeto de iniciar un proceso de planificación en sectores prioritarios.

Sus *alcances* son:

- **La preparación de un** taller para la identificación de medidas de adaptación concernientes a un conjunto de escenarios y riesgos para el Estado de Michoacán; no incluye estrategias ni acciones de mitigación.

- **La redacción de un** documento ejecutivo y un reporte como insumo para el Plan de Acción del Estado de Michoacán frente al Cambio Climático (también denominado Programa de Sustentabilidad Ambiental y Cambio Climático) en materia de los sectores piloto seleccionados, incluyendo la identificación y jerarquización de medidas de adaptación, así como un programa de acciones para el corto, mediano y largo plazos, con una descripción más detallada de la primera etapa (2011-2012) y elementos para la definición de los términos que permitan contratar los estudios complementarios necesarios para el desarrollo de la segunda fase.

- **Se pretende que el** reporte sirva de insumo para la presentación del Estado de Michoacán en la reunión COP-16

Tomando en cuenta la información realmente disponible, se decidió centrar la aplicación del taller para los siguientes sectores:

- **Agricultura, enfocándose al maíz** de temporal
- **Agua**

Conforme a los términos de referencia, se cuidó centrar el análisis en las medidas de adaptación regionales con incidencia estatal, así como en las específicamente estatales, evitando identificar o considerar estrategias nacionales, con el fin de no caer en reiteraciones respecto de políticas de ese alcance en proceso de identificación e instrumentación por parte de las diferentes dependencias del Gobierno.

1.3. Recopilación y revisión de la información

Con objeto de revisar el estado del conocimiento acerca de los posibles impactos del cambio climático y sus respuestas en el Estado de Michoacán se llevó a cabo una revisión de los documentos existentes, algunos de los cuales fueron provistos por el BM y otros recopilados con las contrapartes en el Estado de Michoacán. Los documentos revisados se listan en la siguiente Tabla 1.1.

Identificación de mecanismos institucionales y de participación para el desarrollo del plan

La consultoría que se reseña en el presente informe tuvo en sus alcances la realización de un taller para la determinación de insumos útiles para el desarrollo del Plan a partir de su aplicación a dos casos piloto. Por lo mismo, su finalidad central ha sido efectuar un ejercicio demostrativo inicial para consolidar la capacidad en el Comité Intersectorial de Sustentabilidad Ambiental y Cambio Climático para llevar a cabo posteriormente una serie de talleres aplicados al conjunto de sectores de interés para el Gobierno del Estado, en los cuales pudieran ampliarse los mecanismos de participación social y coordinación interinstitucional.

Para efectos de este taller se decidió partir de las organizaciones existentes (Comité Intersectorial y Comité Técnico) con el apoyo de las instituciones académicas que han participado en las etapas antecedentes.

En el apartado 5.2 se describe la propuesta metodológica adoptada para la realización del taller.

Tabla 1.1: Documentos de referencia

DOCUMENTO
Proporcionados por el Banco Mundial
1. Misión de identificación de áreas de colaboración de WB con el gobierno de Michoacán
2. Misión de identificación de actores e intereses clave en preparación al Plan de Acción de CC para Michoacán
3. Presentación de las compilaciones de información sobre CC en Michoacán y el estudio de vulnerabilidad del Estado ante sequias, inundaciones y elevación del nivel del mar.
4. Presentación de prioridades sectoriales en Michoacán para el diseño del Plan Estatal de CC.
5. Nota informativa de eventos octubre y noviembre
6. Propuesta de Guión del Reporte y Calendario de Actividades de la Asistencia Técnica al Estado de Michoacán para la preparación de su Programa de Sustentabilidad Ambiental y Cambio Climático
7. Taller de Evaluación Ambiental Estratégica para la elaboración del Plan de Acción de CC en Michoacán
8. Próximos pasos en seguimiento a los resultados del Taller de EAE
9. Estrategia de Cambio Climático de Michoacán - SUMA
10. Compilación información sobre CC en Michoacán generada por la academia (últimos 10 años)
11. Compilación información sobre CC en Michoacán generada por el gobierno (últimos 10 años)
12. Vulnerabilidad del Estado de Michoacán ante sequías, inundaciones y aumento en el nivel del mar
13. Plan Maestro del Estado de Michoacán, Comisión Estatal de Agua y Cuencas
14. Taller de Evaluación Ambiental Estratégica y consulta para el Plan de Acción de CC en Michoacán
15. Actores clave con respecto a CC en el Estado de Michoacán
16. Información climatológica base del Estado de Michoacán
17. Cambio climático y Desarrollo Territorial Rural - Caso Michoacán, México
Obtenidos por los consultores o proporcionados por el Gobierno de Michoacán
18. Presentación pp de plan de emergencia de Protección civil estatal para eventos extremos 2010
19. Plan Municipal de desarrollo rural sustentable del municipio de Yurécuaro, Michoacán, 2008
20. Estudio de estado sobre la biodiversidad en Michoacán
21. PP del CIDEM sobre ¿qué se puede hacer para combatir el cambio climático?
22. Noticias sobre eventos del clima en el estado y cambio climático, 2008
23. Estrategia para la conservación y uso sustentable del diversidad biológica del estado de Michoacán
24. Estado del arte de los sistemas estatales de ciencia y tecnología del estado de Michoacán, 2006
25. Fichas de algunos proyectos de cc para la estrategia estatal de cc
26. Documento sobre la hidrografía del estado de la Secretaría de Planeación y desarrollo estatal
27. Documentos breves sobre historia del estado
28. Extracto de características físicas, territoriales y poblacionales del Informe de Desarrollo Humano del Estado de Michoacán, 2007
29. Ley de Protección civil del gobierno de Uruapan, Michoacán de Ocampo, 1993 y su reglamento (1998)
30. Ley para la conservación y restauración de tierras del estado de Michoacán de Ocampo, 2007
31. Ley Ambiental y de protección del patrimonio natural del estado de Michoacán de Ocampo, 2007
32. Síntesis agropecuaria de Michoacán, junio 2010 SAGARPA
33. Plan Estatal de Desarrollo 2008-2012, gob del estado
34. PP sobre cambio climático del SEDRU, marzo 2010
35. Programa hídrico visión 2030 del estado de Michoacán de Ocampo, Semarnat
36. Resumen del Programa Veracruzano ante el Cambio Climático noviembre 2008
37. Cambio climático y desarrollo territorial rural caso de estudio: Michoacán (presentación de PowerPoint®)
38. Estudio cambio climático y desarrollo territorial rural en Michoacán, México implicaciones en las políticas locales (presentación de PowerPoint®)
39. Demanda 1: estrategias de prevención y adaptación para el cambio climático en el estado de Michoacán de Ocampo Fondo Mixto Michoacán-CONACyT 2009
40. AECID Ficha resumen del programa Estrategia Estatal de Cambio Climático en el estado de Michoacán (Primera etapa)

2. Introducción

A continuación se describe brevemente el marco nacional de acción climática y cómo es que se relacionan los instrumentos de planeación del gobierno federal, como es la Estrategia Nacional de Cambio Climático ENACC (editada por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático en 2007) y el Programa Especial de Cambio climático 2009-2012 PECC (CICC, 2009) con la necesidad de elaborar herramientas de planeación a nivel de las entidades federativas. Se exponen los principales elementos que brindan un marco de referencia para la elaboración de los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático.

2.1 Marco nacional de acción climática

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 coloca a la sustentabilidad ambiental como uno de los ejes transversales de las políticas públicas en México. Destacan dos objetivos relacionados con la *mitigación de emisiones* de GEI y la *adaptación a los efectos* previsibles del cambio climático (Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, 2007). De igual forma, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 incorpora al cambio climático como tema prioritario en la agenda de transversalidad que la Semarnat lleva a cabo con otras instancias de la administración pública federal. Se plantean metas concretas vinculadas con la instrumentación de la ENACC, la realización de acciones para el desarrollo de capacidades de adaptación a distintas escalas y con la prevención de riesgos de origen hidrometeorológico. Estos compromisos se refuerzan con los planteamientos del Programa Nacional Hídrico 2007-2012 (Conagua, 2008; Landa et al. 2008; Semarnat, 2007).

La plataforma programática desarrollada para el presente periodo de la administración pública federal marca fuertes diferencias con el pasado reciente en cuanto al tratamiento y la jerarquía del tema, y definitivamente coloca al cambio climático como un eje de acción de la mayor relevancia nacional (Landa et al., 2008). El momento institucional y político por el que se atraviesa el país brinda oportunidades claras para incidir fuertemente en la construcción de capacidades para la adaptación a nivel de las entidades federativas.

2.2 Instrumentos de planeación

Los instrumentos de planeación recientemente emitidos por el gobierno federal, que incorporan una visión transversal y comprometen a varios sectores para actuar frente a los impactos esperados del cambio climático son La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) publicada por la Comisión Intersecretarial de Cambio climático en mayo del 2007 (CICC, 2007) y el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (CICC, 2009).

La ENACC precisa posibilidades y rangos de reducción de emisiones, propone los estudios necesarios para definir metas más precisas de mitigación, identifica las fortalezas y esboza las necesidades del país para avanzar en la

construcción de capacidades de adaptación. Los planteamientos de este documento en materia de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático son únicos en su tipo y se encuentran diseñados para las condiciones nacionales. La ENACC contribuye así a la consolidación de una política nacional en materia de cambio climático, propone líneas de acción, políticas y estrategias que fueron la base para el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (PECC) que se publicó a finales del año 2009 y que se continuará impulsando por el ejecutivo federal.

El Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (CICC, 2009) fue elaborado de manera voluntaria por el gobierno federal y con recursos propios. Se trata de un instrumento de política transversal que compromete a las dependencias de la Administración Pública Federal con objetivos y metas nacionales vinculantes en mitigación y adaptación para el periodo 2009-2012. Con el PECC se impulsará el desarrollo sustentable, la seguridad energética, los procesos productivos limpios, eficientes y competitivos, y la preservación de los recursos naturales. El Programa incluye un capítulo de visión de largo plazo en el que se plantean trayectorias deseables de mitigación hacia los horizontes 2020, 2030 y 2050 (Landa et al., 2010).

Para integrar el PECC se consideraron cuatro componentes fundamentales para el desarrollo de una política integral para enfrentar el cambio climático: Visión de largo plazo, mitigación, adaptación y elementos de política transversal. México se compromete a realizar acciones como:

- **Elaborar un primer inventario** de costos de adaptación para los principales sectores económicos.
- **Desarrollar una propuesta correctiva** a los instrumentos de políticas públicas para evitar que propicien la vulnerabilidad.
- **Elaborar un primer Atlas** Nacional de Vulnerabilidad ante el cambio climático.
- **Fortalecer el desarrollo del** Sistema Nacional de Protección Civil alrededor de un eje de gestión integral de riesgos.
- **Incorporar previsiones de ordenamiento** territorial en el sistema nacional de planeación
- **Promover mecanismos de financiamiento** para la adaptación.
- **Continuar la evaluación de** costos sectoriales y regionales de adaptación y mitigación.
- **Reforzar el tema de** cambio climático en la educación formal.
- **Impulsar investigación y desarrollo** tecnológico en materia del ciclo del carbono, factores nacionales de emisión, tecnologías bajas o neutras en materia de carbono, meteorología, modelación climática a lo largo del tiempo y gestión integral de riesgos.

En total, este Programa involucra 294 metas: 86 de mitigación, 142 de adaptación y 66 de otros ejes transversales de política.

2.3 Programas estatales de cambio climático

Es de especial importancia para los fines del presente documento destacar que, el PECC y las últimas dos Comunicaciones Nacionales de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) (INE, 2006; 2009), establecen la necesidad de generar Planes Estatales de Acción ante el Cambio Climático para definir acciones en este nivel de la gestión pública y dirigir esfuerzos institucionales y financieros sobre metas concretas al interior del país. El PECC reconoce como parte de las acciones transversales de fortalecimiento institucional, la de promover y coordinar el desarrollo de capacidades para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC).

El apoyo institucional federal para el fortalecimiento de capacidades locales para elaborar dichos programas está encomendado básicamente a la Coordinación del Programa de Cambio Climático del Instituto Nacional de Ecología (INE, Semarnat) como órgano técnico del sector ambiental, que apoya la toma de decisiones en la materia. Dicha institución, actualmente brinda capacitación a las entidades para que elaboren sus propios programas, los cuales contemplarían la definición de acciones y compromisos en materia de mitigación y adaptación, a desarrollarse en diferentes sectores de la economía y el desarrollo, durante los próximos años.

Se espera que los PEACC integren acciones para identificar, implementar y desarrollar a nivel local:i) las opciones de mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero que se pueden instrumentar en cada caso; ii) las zonas y sectores vulnerables ante los impactos esperados; y iii) las opciones de adaptación al cambio climático que podrían ser viables o bien llevar a la discuisón con actores clave a nivel regional o estatal.

En términos generales, un PEACC debe incluir: La revisión del conocimiento sobre la variabilidad y el cambio climático; los escenarios climáticos regionalizados; el análisis de la vulnerabilidad e impactos ante el cambio climático de regiones y sectores clave; el inventario estatal de emisiones de GEI; los escenarios de emisiones de GEI, y el análisis del marco legal, institucional y de los factores socioeconómicos locales. Debe incorporar también el diseño y la evaluación de posibles medidas para la mitigación de emisiones de GEI y para la adaptación a los efectos previsibles del cambio climático; así como una campaña de difusión, ejercicios de consulta pública y la implementación de políticas públicas a escala estatal y/o municipal o por sector.

Para la elaboración de los Programas Estatales de Acción ante le Cambio Climático, el INE tiene como una de sus referencias más importantes una guía elaborada por la Universidad Veracruzana, que retoma la experiencia de la sistematización de dicho plan en el estado de Veracruz, el cual quedó concluido a finales del 2009 en sus últimas etapas y fue financiado por la Embajada Británica y el mismo INE. Cabe mencionar que en el mes de junio del 2010 se editó un esfuerzo adicional de síntesis ejecutiva de los principales resultados de este Programa Veracruzano ante el Cambio Climático, dirigido a tomadores de decisiones, en el que participaron las instancias académicas que contribuyeron a su sistematización (Universidad Veracruzana, 2010). Veracruz es uno de los primeros estado que concluye su programa, aunque la adopción del mismo está en proceso.

Actualmente hay cerca de 20 programas en alguna etapa del proceso de elaboración. Destacan como programas en desarrollo los de Baja California, Sonora, Nayarit, Nuevo León, Michoacán, Puebla, Guanajuato y el Estado de México; mientras que los estados de Coahuila, Zacatecas, Guerrero, Chiapas, Tabasco y Quintana Roo se registran por el INE como en proceso de planeación (INE, 2010. http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/). Además de Veracruz, el Distrito Federal también ha concluido su PEACC desde junio del 2008.

Para iniciar esta labor se designan unidades de enlace con el gobierno federal, localizadas en el sector ambiental, como entidades coordinadoras de este esfuerzo en los estados. De particular importancia es la inclusión del sector académico y la utilización del conocimiento generado por las instituciones académicas locales, la participación de la sociedad civil y la consideración de la opinión pública en el proceso de elaboración y discusión de los planes estatales.

México tiene gran oportunidad de impulsar el tema de adaptación en todos los niveles de la gestión pública, ante la realización de la XVI Conferencia de las Partes de la CMNUCC, la COP-16. En la Décima Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, COP-10, realizada en diciembre del 2004, se aprobó el Programa de Trabajo de Buenos Aires, que trata sobre Medidas de Adaptación y Respuesta al Cambio Climático. Actualmente se apoya el desarrollo de diversos programas para la adaptación y el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) conjunta y analiza estudios para identificar vulnerabilidades y proponer medidas de adaptación en diferentes partes del planeta. En la COP-15, realizada en Copenhage en diciembre del 2009, se sentaron las bases para llegar a un acuerdo de cooperación y a la creación de un fondo financiero que favorezcan la adaptación en regiones pobres. Se espera que dichos acuerdos se fortalezcan en la COP-16 a realizarse en México a finales del año 2010 (Landa et al., 2010).

Es en este contexto que surge la necesidad de contar con un documento de planeación expedito y concreto, sobre las acciones que en materia de cambio climático emprenderá el estado de Michoacán de Ocampo en los próximos años y en particular sobre las estrategias de adaptación que se deberán instrumentar en sectores estratégicos, tales como el Agrícola, Hídrico y de la Salud.

2.4 El Plan Rector – Estrategia en Materia de Cambio Climático del Estado de Michoacán

El Cambio Climático fue integrado como tema prioritario en el Plan de Desarrollo 2008-2012 del Estado de Michoacán. Para implementar una estrategia estatal fueron creados en la SUMA dos Departamentos, uno para planificar y coordinar la instrumentación de acciones de adaptación y otro para las de mitigación. La SUMA fue encargada por el Gobernador del Estado de instrumentar la Estrategia Estatal, con apoyo en un Comité Intersectorial de Sustentabilidad y Cambio Climático en el que están representadas las distintas carteras interesadas. La SUMA, finalmente, coordina la gestión de recursos necesaria para implantar las medidas.

El Plan Rector es el instrumento de planeación que define las acciones, tiempos y responsables de implementar la Estrategia Estatal de Cambio Climático. Para su integración se cuenta con el apoyo técnico de la AECID y el BM.

Para elaborar el Plan Rector SUMA revisó las experiencias de otras entidades federativas. De dicha revisión se determinó la necesidad de implementar siete fases como parte de la Estrategia Estatal de Cambio Climático, (EECC). En la Tabla 2.1 se describe cada una de dichas etapas.

De la implementación de dichas fases se integrará la política estatal de atención al cambio climático.

Tabla 2.1: Fases de implementación de la Estrategia Estatal de Cambio Climático

Fase	Descripción
1. Diagnóstico	· Análisis histórico climático y escenarios climáticos; · Balance energético y huella de carbono; · Modelación atmosférica (cuencas); · Potencial de energías renovables; · Inventario de Emisiones y escenarios futuros; · Modelo bio-climático; · Salud y cambio climático;
2. Vulnerabilidad	· Determinación del rezago institucional y estructural frente a los principales factores de riesgo de cambio climático · en los ámbitos estatal, regional y municipal · para sectores prioritarios
3. Adaptación	· Medidas, estrategias y líneas de acción para reducir la vulnerabilidad frente a los impactos previsibles de los cambios en factores climáticos
4. Mitigación	· Medidas, estrategias y líneas de acción para reducir los factores que contribuyen al cambio en factores climáticos, en particular emisión de gases de efecto invernadero
5. Plan de Acción Climática	· Instrumentación de un programa detallado con objetivos, metas, subprogramas, acciones, responsables, tiempos, recursos y resultados esperados
6. Diseño de instrumentos económicos para el cambio climático	
7. Investigación y educación climática	· Fortalecimiento de capacidades · Capacitación y educación · Información, comunicación y difusión

FUENTE: SUMA

2.5 Avances de Michoacán en materia de cambio climático

Michoacán es uno de los estados que desde hace varios años ha realizado estudios para estimar el contenido de carbono en sus bosques, este tipo de valoraciones cobran gran relevancia para el diseño y la cuantificación de estrategias de mitigación en el sector forestal. Como algunos de los estudios efectuados en esta materia se encuentran[2]:

- **Almacenamiento de carbono en** los bosques de Nuevo San Juan: Aplicación del modelo dinámico CO2Fix en un bosque de Pinus psudostrobus en Michoacán, México; Ordóñez, A., B.H.J de Jong y O. Masera. 2001.

- **Estimación preliminar del contenido** de carbono en los bosques de San Pedro Jacuaro, Michoacán, Bosques y Selvas de Michoacán, Ordóñez-Díaz, J.A.B. y H. Medrano-Farfán. 2003.

- **Captura de Carbono en** un Bosque Templado: El Caso de San Juan Nuevo, Michoacán Ordóñez, A. 1999

- **Regional Emissions from Land** Use Change and Forestry in Mexico; Masera, O.R., T. Hernández, A. Ordóñez, and A. Guzmán. 1996.

- **Estimación del contenido de** carbono en la biomasa aérea, mantillo, suelos y raíces de los bosques de mesa y de pino-encino en El Carricito, en la Sierra Madre occidental y Dinámica de Cambio de Uso del Suelo y Emisiones de Carbono en la Meseta Purépecha; Ordóñez, A., O. Masera y V. Jaramillo. 1998

Con apoyo de los Fondos Mixtos de SEMARNAT y de la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo (AECID) y teniendo como instancia ejecutora a la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente del Estado de Michoacán, se elabora actualmente el Plan Rector y parte de la Estrategia Estatal de Cambio Climático en su primera etapa, la cual se espera culminar hacia el 2011. Con ella, el Estado de Michoacán contará con un documento rector inscrito en la Estrategia Estatal de Cambio Climático en la que se identifiquen, definan, analicen y propongan ejes de actuación para enfrentar la vulnerabilidad al cambio climático, su mitigación y la construcción de mecanismos de adaptación.

Se espera que el proyecto genere cinco resultados básicos para el cumplimiento de los objetivos planteados:

(a.) **Plan Rector de la** EECC. En él se incluirá la planeación de las políticas que el Estado implementará para enfrentar el cambio climático. Incluirá una síntesis de los avances del inventario y de los escenarios de emisiones de GEI del Estado; la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático por sector y región prioritaria; así como las acciones propuestas en materia de mitigación y adaptación al cambio climático, mecanismos de coordinación intersectorial, evaluación y seguimiento de políticas.

(b.) **Inventario de emisiones de** GEI y base de datos de emisiones de GEI para las categorías propuestas por el protocolo de Kioto, así como la memoria de cálculo integrada a manera de anexos en el reporte final para cada una de las fuentes de emisión elaboradas. Se cuenta con un inventario al 2008.

(c.) **Diagnóstico Estatal de emisiones** de GEI. A partir del inventario de emisiones de GEI, se desarrollaron tres escenarios: 2010, 2020 y 2030, como proyección aproximada de la situación de emisiones de GEI que permitieron identificar las fuentes y bases GEI de mayor impacto, y de esta forma se desarrollaron y establecieron acciones para disminuir o erradicar la generación de emisiones de GEI según sea el caso.

(d.) **Estrategia Estatal de Cambio** Climático.- Actualmente se encuentra en desarrollo la fase diagnóstica de la Estrategia.

(e.) **Fortalecimiento de capacidades institucionales** –Para lo cual, en su primera fase se realiza un diagnóstico de necesidades de capacitación de la Secretaría, así como un programa de formación de servidores públicos en materia de cambio climático.

2 Fuente: http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/michoacan.html

Merece especial atención el estudio "Desarrollo territorial rural y adaptación al cambio climático", desarrollado por el Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP) para la SEDRU con apoyo del BM. Enfocándose en las regiones Bajío y Oriente, se hizo un estudio de campo en ocho localidades rurales para identificar las estrategias actuales de adaptación a la variabilidad climática y el papel que juegan en las mismas los grupos sociales, la organización y los factores institucionales, con el fin de identificar directrices de política que incidan en el fortalecimiento de las capacidades de adaptación frente al cambio climático a nivel territorial.

Otras acciones que se implementarán en el corto plazo son:

- · **La construcción del** Centro de Información y Educación Ambiental junto al Planetario de Morelia.
  - **Difusión a la población** en general de los temas relacionados con el cambio climático utilizando la más alta tecnología disponible;
  - **Herramienta de educación e** investigación ambiental disponible para estudiantes a partir de nivel primaria y hasta postgrado;
  - **Capacitación y sensibilización de** funcionarios públicos de los tres órdenes de gobierno;
- **La creación del Centro** Información Climática del Estado de Michoacán, que pondrá a disposición de la población un conjunto de recursos documentales sobre el tema, particularmente bajo el concepto de "Climapedia" de Michoacán;
- **La generación de redes** de colaboración en materia de Cambio Climático;
- **El programa de manejo** integral de residuos sólidos, dirigido a controlar las emisiones de gas metano derivadas de dichos residuos;
- **El fomento a programas** de reforestación para captura de carbono;
- **La restauración de suelos;**
- **La captación y retención** de agua en zonas áridas; y,
- **El fomento de ecotecnias** en zonas rurales y urbanas.

Finalmente, se plantea la consolidación de la Comisión Intersecretarial de Sustentabilidad y Cambio Climático en el Estado de Michoacán, formada por:

- **Una Secretaría Técnica en** la que participan los titulares de las Secretarías del Estado
- **Grupos de trabajo temáticos**
- **Los Ayuntamientos**
- **Asesores, iniciativa privada y** grupos de la sociedad civil
- **Como un soporte global,** las Dependencias y Entidades del Gobierno Federal relacionadas al tema (SEMARNAT, PROFEPA, CONAGUA, CONAFOR e INE)

3. Contexto general del Estado de Michoacán frente al cambio climático

En este apartado se describen de manera general las principales características físicas y geográficas del estado de Michoacán, así como las condiciones socioeconómicas más sobresalientes.

3.1. Principales características físicas y socioeconómicas

El estado de Michoacán se localiza en la parte Centro-Occidente de la República Mexicana, entre los 20°24' y 17°55' de latitud norte; y los 100°04' y 103°44' de longitud oeste. (Fig. 3.1). Tiene una extensión de 59 864 km2, que representa el 3% de la superficie total del país. Cuenta con un litoral de 213 km de longitud. Al Norte colinda con Guanajuato; al Noreste con Querétaro; al Este con el Estado de México; al Sur y Sureste con Guerrero y con el océano Pacífico y, al Oeste con Colima y Jalisco. La capital del estado es el Municipio de Morelia, situado en la parte Noreste del Estado.

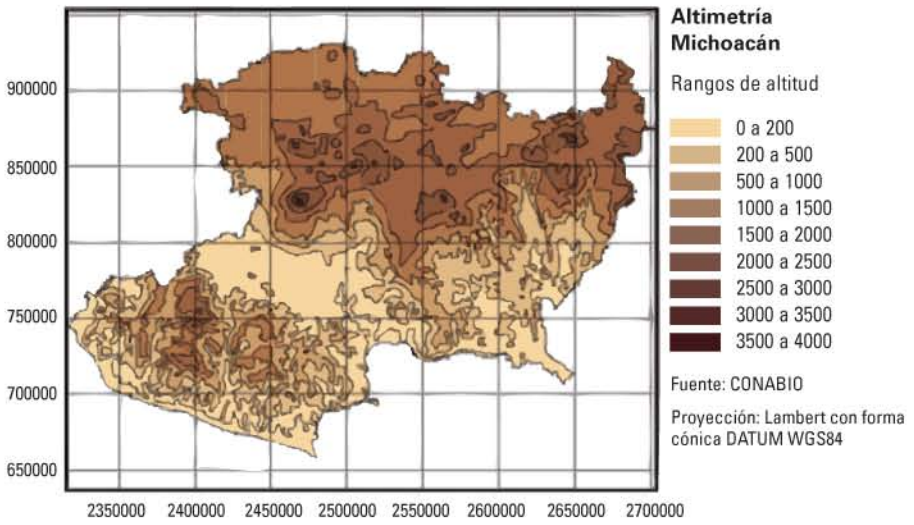
Figura. 3.1: Ubicación del Estado de Michoacán

Michoacán es un estado con fuertes contrastes ambientales, producto de su ubicación geográfica, de la intensa actividad tectónica y del clima (Fig. 3.2). El estado presenta una gran complejidad fisiográfica y es una de las regiones más montañosas de la República Mexicana. Se pueden encontrar cordilleras, mesetas, planicies, cuencas y litorales; el rango altitudinal es desde el nivel del mar, hasta los 3 840 msnm en el Pico de Tancítaro. Destaca la presencia de la depresión del río Lerma y la del río Balsas, así como la porción central del Sistema Neovolcánico Tranmexicano, la Sierra Madre del Sur y la Planicie Costera del Pacífico.

Figura. 3.2: Principales Elevaciones (msnm) y características altimétricas del Estado de Michoacán

Elevación	Altitud
Volcán Tancítaro	3,840
Cerro San Andrés	3,600
Cerro Patamban	3,500
Cerro La Nieve	3,440
Cerro Uripitijuata	3,400
Cerro El Tecolote	3,360
Cerro El Zirate	3,340
Volcán Paricutín	2,800
Cerro El Quinceo	2,740
Cerro Janamuato	2,700
Cerro La Bufa	2,600
Cerro Blanco	2,250
Cerro La Magueyera	2,120
Sierra Los Picachos	1,730

Tomado de: SAGARPA, SIAP, Datos fisiográficos del estado de Michoacán



Fuente: http://www.aregional.com con base en datos del INEGI.

El Estado se encuentra sobre dos provincias fisiográficas, la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico Transmexicano. Fig. 3.3

La Provincia de la Sierra Madre del Sur limita al norte con el Eje Neovolcánico Transmexicano, al este con la Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas, y Guatemala, y la Cordillera Centroamericana; y al sur y oeste, llega al océano Pacífico. Esta gran región debe muchos de sus rasgos particulares a la estrecha relación que guarda con la Placa de Cocos que se desplaza de 2 a 3 cm al año. A ello se debe la fuerte sismicidad que se manifiesta en esta provincia. La Sierra Madre del Sur ha sido clasificada como una de las regiones florísticas más ricas del mundo, en la cual se manifiesta un alto grado de endemismo.

La Provincia del Eje Neovolcánico Transmexicano se puede caracterizar como una gran masa de rocas volcánicas de diversos tipos, acumulada en innumerables y sucesivos episodios volcánicos iniciados desde mediados del Terciario hasta el presente. La zona está integrada por grandes sierras volcánicas y coladas lávicas. Otro rasgo esencial de la provincia lo constituyen las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos, como: Pátzcuaro, Cuitzeo, Zirahuén, entre otros,. En esta región se localiza casi la totalidad de la cuenca del río Lerma, pues sólo quedan fuera de ella los afluentes que proceden de la Mesa del Centro.

Por su parte, en la Estrategia para la conservación y el uso sustentable de la diversidad biológica del estado de Michoacán (CONABIO, SUMA Y SEDAGRO, 2007) se reconocen cinco regiones fisiográficas principales:

- **La Planicie Costera del** Pacífico, que es una angosta franja delimitada por el océano Pacífico y la Sierra Madre del Sur, con una amplitud media de 3 km, que cubre una superficie aproximada de 700 km^2.

Figura. 3.3: Provincias y subprovincias fisiográficas en el estado de Michoacán

Fuente: Sitio del INEGI en Internet: http://www.inegi.org.mx

- **La Sierra Madre del** Sur, que se extiende unos 200 km a lo largo del estado y cubre una superficie de aproximadamente 13 000 km2, con una anchura de casi 100 km y una altitud promedio de 2 000 msnm. Esta región presenta grietas y fallas, por lo que es una zona de gran actividad tectónica.

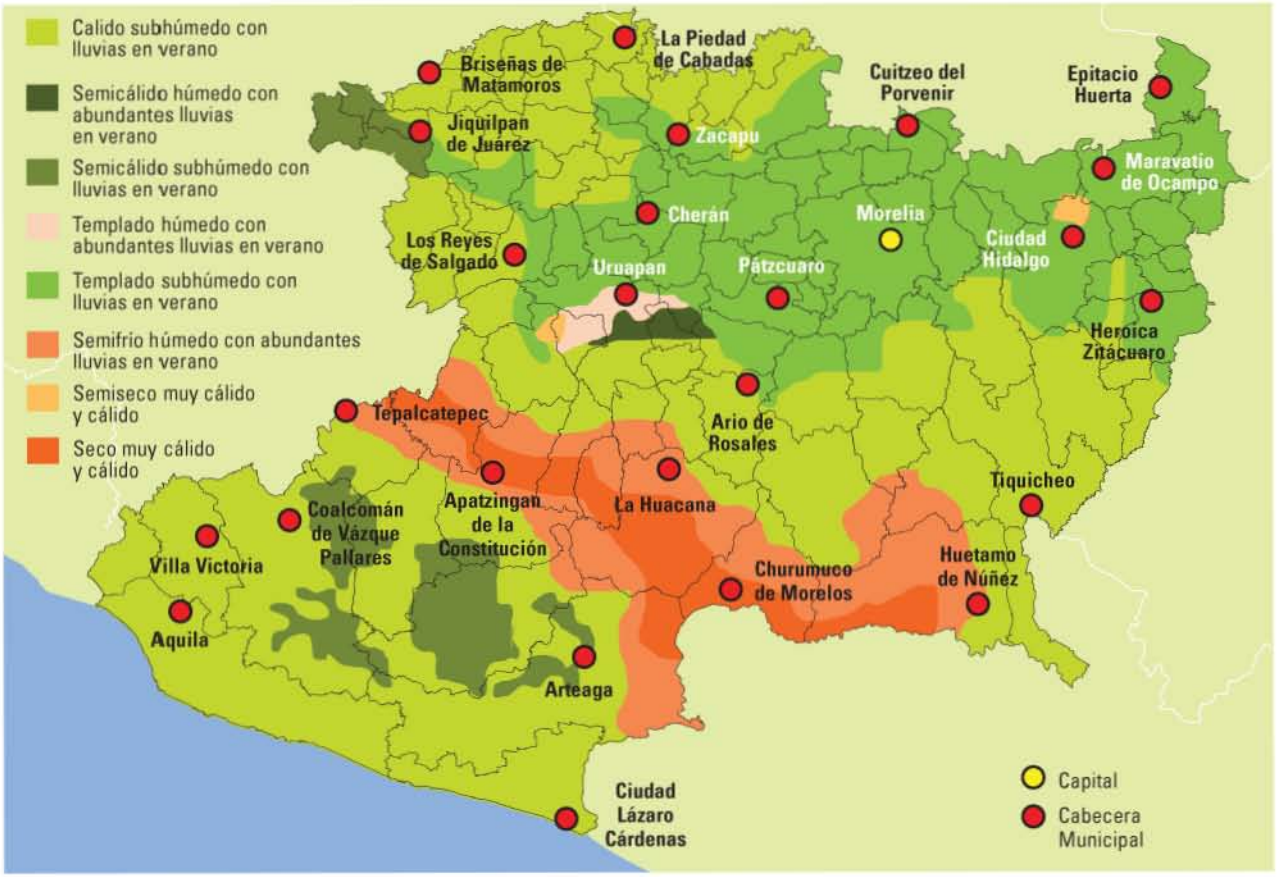
- **La Depresión del Balsas,** a diferentes altitudes, drenados por el río Lerma y sus afluentes michoacanos que es una amplia región de tierras bajas situadas entre el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur; como su nombre lo indica, por ésta fluye el río Balsas. Tiene una superficie de aproximadamente 14 000 km^2.

- **El Sistema Volcánico Transversal,** formado como consecuencia de una gran actividad volcánica. Este sistema cubre una superficie de 27 500 km2. Sus cimas son las más altas de la entidad, con al menos 50 volcanes que superan los 2 700 msnm; entre ellos destacan el Pico de Tancítaro, Patamban, Nahuatzen, Acuitzio, Comanja, Mil Cumbres, San Andrés, Tlalpujahua, Cerro Azul y Angangueo. En esta zona también se presentan numerosos valles y cuencas, donde se localizan los principales lagos del estado (Pátzcuaro, Zirahuén y Cuitzeo).

- **La Depresión del Lerma,** que cubre una extensión de 4 100 km2 y está limitada al sur por el Sistema Volcánico Transversal, se encuentra conformada por valles situados a diferentes altitudes, drenados por el río Lerma y sus afluentes michoacanos.

En el estado se han desarrollado 14 de las 18 unidades de suelos reportadas para México; de éstas, siete son las más importantes por la superficie que ocupan (leptosol, regosol, luvisol, acrisol, andosol, vertisol y feozem), y las restantes ocurren en menor proporción (cambisol, fluvisol, planosol, gleysol, solonchack, castañozem e histosol). Estos suelos van desde los más someros con poco desarrollo, hasta los suelos más fértiles del país.

Figura 3.4: Regiones climáticas en el estado de Michoacán



Fuente: Sitio del INEGI en Internet: http://www.inegi.org.mx

Clima

En Michoacán hay gran variedad de climas, desde los más cálidos y secos del país, en la depresión del río Tepalcatepec, pasando por el tropical lluvioso con lluvias predominantes en verano en el suroeste, el templado con lluvias en verano en el norte del estado, y finalmente el templado con lluvias todo el año en las partes más altas del Sistema Volcánico Transversal. La temperatura media anual varía considerablemente debido a los fuertes desniveles en altitud y va de los 17 a los 25°C , la precipitación media anual es de 961mm (Fig. 3.4).

Tanto el océano Pacífico como los cuerpos de agua extensos de la entidad ejercen gran influencia en la entrada de humedad. Además Michoacán recibe humedad del golfo de México y es susceptible a la entrada de ciclones tropicales y huracanes. En invierno se manifiestan en el estado los llamados "Nortes", así como la denominada "corriente de chorro".

Flora y fauna

Michoacán es uno de los estados con mayor riqueza de flora y fauna del país, ya que ocupa el quinto lugar de entre las entidades biológicamente más ricas del país. Destaca por su gran número de especies arbóreas de climas templados, así como por su diversidad de vertebrados. Existen en el estado de Michoacán un total de 9 509 especies. De estas 405 son endémicas de México, aunque solo 224 se distribuyen en el estado[3].

3 http://suma.michoacan.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=247&Itemid=273; CONABIO, SUMA Y SEDAGRO, 2007

Tabla 3.1: Formas arbóreas predominantes en el Estado de Michoacán

Características de distribución de los principales tipos de vegetación en Michoacán.
Bosque de coníferas: Los bosques de coníferas con mayor superficie son los de pino, oyamel y cedro blanco, pero también es posible encontrar en superficies menores bosque de táscate. Tipo de vegetación presente en zonas altas y templadas, como en la Sierra Madre del Sur y en gran parte de las sierras del Eje Volcánico, hacia el norte de la entidad. El bosque de coníferas se localiza en zonas donde la precipitación media anual varía de 650 a más de 1 100 mm.
Bosque de encino: Se encuentran en climas desde templados hasta cálidos y en general constituyen la transición entre comunidades templadas y tropicales. Se distribuyen en las zonas montañosas del estado, donde la precipitación promedio anual oscila entre 600 y 1 200 mm.
Bosque mesófilo de montaña: Se les encuentra en lugares con climas de tipo templado o semicálido, con una precipitación promedio anual desde 1 000 hasta 1 500 mm. Este tipo de bosque se localiza en pequeños manchones distribuidos entre los 1 500 y 2 600 msnm., principalmente a lo largo de las vertientes del Pacífico, en los sistemas montañosos del estado.
Bosque tropical caducifolio: Se distribuye en zonas con climas cálidos o secos, donde la precipitación anual varía entre 500 y 1 000 mm. Se localiza desde el nivel del mar hasta un poco más de los 2 000 msnm., principalmente en la zona caliente formada por la depresión del Balsas en el centro del estado y en las partes bajas de la Sierra Madre del Sur. En las áreas donde se presenta esta comunidad, es común la práctica agrícola y la ganadería extensiva, así como la extracción de madera con diferentes fines, por lo que ésta es una de las comunidades vegetales más degradadas.
Matorral subtropical: Prospera en climas desde templado a cálido, donde la precipitación promedio anual varía entre 500 y 950 mm. La altitud donde se establece va de un poco más de 1 700 a casi 2 300m, y se distribuye en la porción centro-norte del estado, generalmente hacia las partes con un relieve menos accidentado.
Bosque espinoso: Se distribuye en lugares de clima seco, donde la precipitación está alrededor de los 500 mm anuales. Se distribuye en las partes bajas de la zona caliente en la depresión del Balsas, cercano a los 400 msnm, en el valle del río Tepalcatepec.
Bosque tropical subcaducifolio: Se localizan en lugares de clima cálido o cálido subhúmedo, con precipitación promedio anual entre 950 y 1 300mm, sobre todo en barrancas o sitios protegidos. Se distribuyen principalmente en la zona cercana al litoral y en cañadas de la vertiente pacífica de la Sierra Madre del Sur, con algunos manchones en la depresión del Balsas.
Vegetación acuática y subacuática: Se les puede encontrar en muchas regiones del territorio michoacano, desde las zonas más bajas y cálidas, hasta las montañosas y templadas. Los tipos más representativos en el estado son el tular y el carrizal, el bosque de galería y el manglar.
Otros tipos de vegetación: escasamente representadas se encuentran otras comunidades vegetales de menor extensión, como el palmar, el pastizal y la vegetación de dunas costeras

Fuente: CONABIO, SUMA y SEDAGRO, 2007.

En el estado se distribuyen más de una docena de comunidades vegetales. Destacando las formas arbóreas, que en muchos casos caracterizan la fisonomía del lugar. Estas comunidades han sufrido grandes modificaciones, y se encuentran muy alteradas (Tabla. 3.1).

Muchas de las especies que se distribuyen en el estado enfrentan serios problemas de conservación. Por ejemplo, de las 1,238 especies de vertebrados registradas, 207 están consideradas en alguna categoría de amenaza de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001.

Áreas Naturales protegidas

Hay siete parques nacionales en territorio michoacano son Lago de Camécuaro, José María Morelos, Rayón, Pico de Tancítaro, Barranca de Cupatitzio, Garnica y Bosencheve. También existe la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM) y dos santuarios de administración federal.

Además de las ANP federales, en el estado de Michoacán existe un Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas. Entre 1987 y 2006 se han decretado 30 áreas naturales protegidas de competencia estatal en Michoacán que cubren una superficie de poco más de 13 454 ha; 17 son zonas sujetas a conservación ecológica, 9 son parques urbanos ecológicos; un parque urbano en la modalidad prototipo, 2 reservas patrimoniales y un parque natural. Para mayores detalles sobre amenazas y esquemas de conservación consultar la Estrategia para la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica del estado de Michoacán CONABIO, SUMA Y SEDAGRO, 2007).

La principal causa de la modificación y la destrucción de hábitats en la entidad ha sido la pérdida de cobertura vegetal derivada del cambio de uso del suelo. En las últimas décadas, Michoacán presentó tasas de deforestación elevadas, en comparación con otras entidades del país. Entre 1976 y 2000, más de 200 000 hectáreas de bosque y 30 000 de selva fueron desmontadas. En las últimas tres décadas el estado ha sufrido un cambio en el uso del suelo de 1 579 282 hectáreas, lo cual corresponde a casi el 30% del territorio estatal. En particular, este cambio se ha dado como resultado de la ganancia de la agricultura y los pastizales a costa de la pérdida de bosques y selvas. El cambio más drástico se ha dado en la región Cuitzeo seguido por la región Tierra Caliente, mientras que las regiones Lerma-Chapala y Bajío son las zonas que presentan menores cambios (CONABIO, SUMA Y SEDAGRO, 2007).

3.2 Hidrografía e Hidrología

En el estado de Michoacán, se localizan las regiones hidrológicas con sus respectivas cuencas que se muestran en laTabla 3.2

Tabla 3.2: Regiones hidrológicas y sus respectivas cuencas en Michoacán

HIDROGRAFÍA

Región Lerma-Santiago/Cuenca:
- R.Lerma-Toluca
- R. Lerma-Salamanca
- R. Lerma-Chapala
- L. Chapala
- L. de Pátzcuaro Cuitzeo y L. de Yuriria

Región Armería-Coahueyana/Cuenca
- R. Coahueyana

Región Costa de Michoacán
- R. Neixpa y otros
- R. Cachán o Coalcomán y otros

Región Balsas/Cuenca:
- R. Balsas-Zirándaro
- R. Balsas-Infiernillo
- R. Cutzamala
- R. Tacámbaro
- R. Tepalcatepc-Infiernillo
- R. Tepalcatepec

Figura 3.5: Distribución de regiones hidrológicas y cuencas en el estado de Michoacán

Fuente: http://www.aregional.com con base en datos del INEGI

Tabla 3.3: Principales ríos del estado de Michoacán

Corrientes de Agua			
Lerma	R. Lerma-Salamanca. R. Lerma-Chapala	Guacamacato	R. lerma-Chapala
Balsas	R. Balsas-Zirándaro, R. Balsas-Infiernillo	Acumbaro	R. Tepalcatepec-Infiernillo
Grande-Tepalcatepec	R. Tepalcates, R. Tepal-catepec-Infiernillo	Turicato	R. Tacámbaro
San Diego-Careacuaro	R. Tacámbaro	Tuxpan	R. Cutzamala
Neixpa-Aguililla	R. Neixpa y otros	Acalpican	R. Neixpa y otros
Purungueo-Grande	R. Cutzamala	Chiquito	R. Cutzamala
Coalcomán	R. Cachean o Coalcomán y otros	Cajones	R. Tepacaltepec-Infiernillo
Cupatitzio	R. Tepalcatepec-Infiernillo	Carrizal	R. Neixpa y otros
Coahuayana	R. Coahuayana	Itzícuaro	R. Tepalcatepec
Grande de Morelia	L. de Pátzcuaro-Cuitzeo y L. de Yuriria	Tuzantla	R. Cutzamala
Toscano (chula)	R. Neixpa y otros	Susupuato	R. Cutzamala
Tacámbaro	R. Tacámbaro	Pungarancho	R. Cutzamala
Acaten	R. Tacámbaro	Cantarranas	R. Tacámbaro
Turundeo	R. Cutzamala	Santa Rosa	R. Tepalcatepec-Infiernillo

Fuente: http://www.aregional.com con base en datos del INEGI.

Los cuerpos de agua del estado están directamente asociados con los dos ríos principales y sus afluentes, el Lerma y el Balsas, que corresponden a dos de las cuencas hidrográficas más importantes del país. El río Lerma nace en la Sierra Madre Oriental y desemboca en el Lago de Chapala, atravesando el Estado de México, Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco, siendo sus mayores afluentes los ríos La Laja, Turbio, Angulo y Duero. Por su parte, el río Balsas nace en el estado de Puebla y atraviesa parte de Guerrero y Michoacán. Este río cuenta con numerosos tributarios, siendo los más importantes los ríos Cutzamala, Tacámbaro y Tepalcatepec. En este último y en sus afluentes se ubican las presas El Cóbano, Teatán, Zumpimito y Salto Escondido (ver Tabla 3.3).

Los ríos del norte de Michoacán y la naturaleza volcánica de su substrato mantienen sitios de represamiento naturales y artificiales. Los lagos del estado se pueden dividir en los siguientes grupos: 1) Lagos tectónicos, dentro de los cuales se encuentran el Lago de Cuitzeo, la Ciénega de Zacapu y el Lago de Chapala; todos ellos forman parte de la cuenca del río Balsas, y en el último desemboca el río Lerma. 2) Lagos vulcano-tectónicos, de los cuales los más importantes son el Lago de Pátzcuaro y el Lago de Zirahuén. 3) Lagos cratéricos, siendo los más importantes La Alberca de los Espinos, La Alberca de Teremendo y La Alberca de Tacámbaro, esta última con más de 40 metros de profundidad.

Los lagos de Cuitzeo y Chapala son los más antiguos, seguidos del de Zacapu, mientras que el de Pátzcuaro se encuentra en proceso de envejecimiento, y el de Zirahuén es el cuerpo de agua más joven. Los múltiples impactos de las actividades humanas se han reflejado en el nivel del agua de los lagos y en la declinación de las poblaciones de ictiofauna y la desaparición de otros organismos. Algunos lagos, como el de Cuitzeo, se han drenado con fines de uso agrícola, provocando un importante descenso de su nivel e incluso la desecación (CONABIO, SUMA Y SEDAGRO, 2007).

Michoacán cuenta con 21 acuíferos, que concentran una recarga de 1 946.9 hm3/año. De acuerdo a la información oficial de la CONAGUA, correspondiente al año 2002, de los 21 acuíferos, ocho se encontraban sobreexplotados. De estos últimos, resaltan los acuíferos Pastor Ortiz-La Piedad y Ciudad Hidalgo-Tuxpan como los casos más severos. Destaca el caso del acuífero Morelia-Queréndaro y Lagunillas-Pátzcuaro, donde se estima que la población de las localidades de Morelia y Pátzcuaro, continuará creciendo por lo menos en el horizonte al 2030. El volumen total sobreexplotado es de 225.4 hm3/año, en tanto, que el disponible es de 608.7 hm3/año (Conagua, 2009).

3.3 Variables socioeconómicas

Características de la población

La población del estado de Michoacán creció de una manera constante en los últimos 20 años. En 1980 tenía una población de 2 868 191 habitantes, para el año 2000 la población aumentó hasta 3 985 667 habitantes; representando el 4.1% de la población del país. Para el año 2005, se estima que el estado tenía 3 966 073, lo que representa el 3.8% de la población del país, registrando un relativo equilibrio entre hombres (48%) y mujeres (52%) (Dato para 2008, según CONAPO). Esto quiere decir que, entre 2000 y 2005, la población de la entidad decreció a una tasa media anual del -0.1%, cuando en el quinquenio anterior creció al 1.2% (INEGI, 2006). Para el 2030 ésta tendencia se mantiene (Figura 3.6).

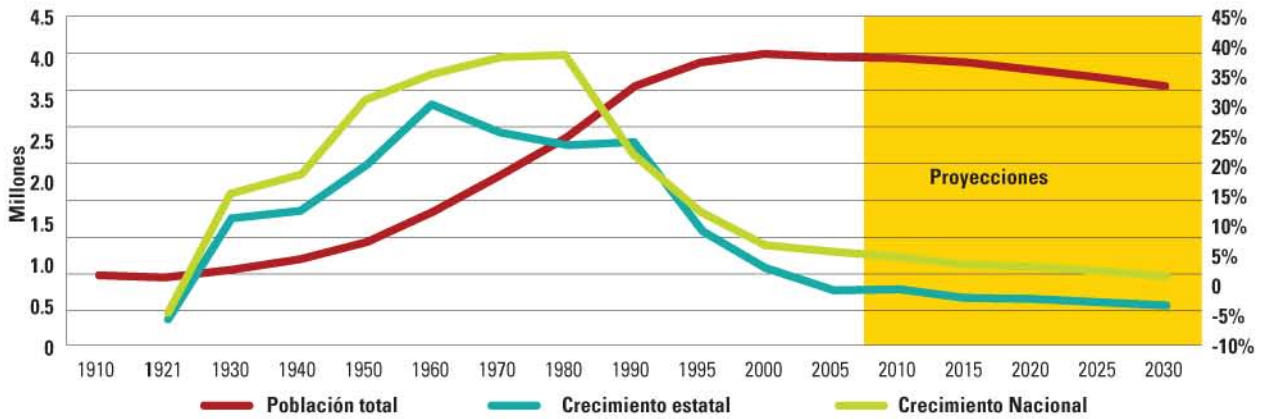
En la entidad la población no se distribuye de manera uniforme, sino que muestra tendencia a concentrarse en los municipios donde se asientan los centros urbanos. Los tres municipios más poblados son Morelia, Uruapan y Zamora, con un millón 134 mil personas, lo que representa el 28.6% del total de la entidad. La capital del estado crece a una tasa media anual del 1.7%, y la población de los otros dos municipios se incrementa un 0.9 % anual.

Según datos del Conteo de Población y Vivienda 2005, la población rural disminuyó y representó el 32.1 % de la población estatal, mientras que el 68 % era urbana. El 32.1% de su población reside en localidades de menos de 2 500 habitantes, el 20.9% en localidades de 2 500 a menos de 15 mil habitantes, el 22.4% en asentamientos de 15 mil a menos de 100 mil habitantes, y el 24.6% en las tres ciudades de más de 100 mil personas, Morelia, Uruapan y Zamora.

La tasa neta de migración interestatal en el 2008, según CONAPO, asciende a -0.06 por ciento. En términos absolutos, fueron menos las personas que inmigraron (en este caso 8 593 personas) desde otras entidades del país, que las que emigraron (para dicho año 10 885 personas) de Michoacán hacia otros estados. La migración neta internacional se estima en -63,617.

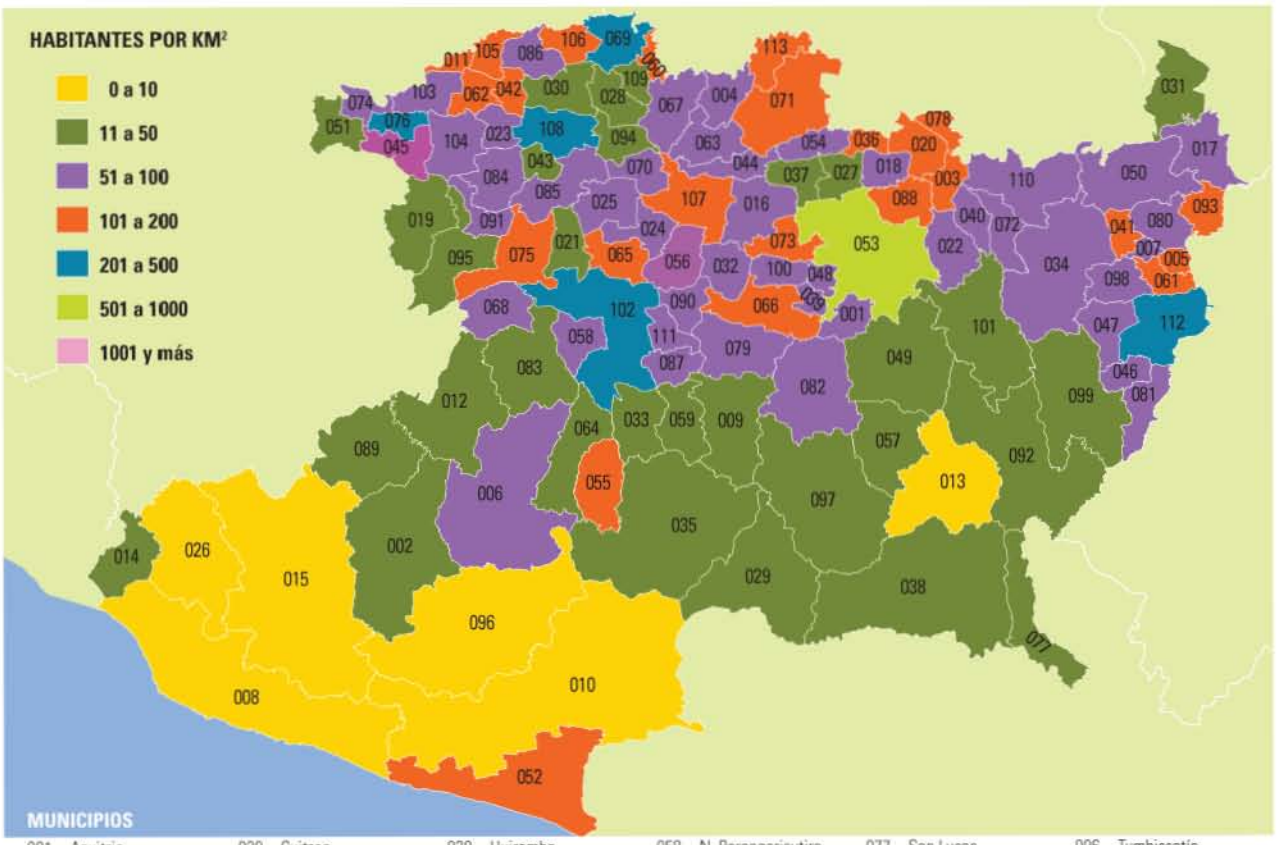
La densidad poblacional para Michoacán en el 2005, fue de 66.2 hab/km2; para 2008 la densidad de población era de 66.5 hab/km2 (fig. 3.7). Se aprecia rápida disminución de la densidad poblacional en zonas aledañas de Zamora, Morelia, Zacapu y Apatzingán. A nivel municipal, para 2005, el municipio que presentó la mayor densidad poblacional fue Jacona con 644.6 hab/km2, seguido de Morelia con 512.1 hab/km2. El tercero en densidad poblacional fue el municipio de Zamora con 389.5 hab/km2, le siguió Uruapan con 336.3 hab/km2. Por su parte, Tiquicheo de Nicolás Romero, fue el que presentó la menor concentración poblacional 4.7 hab/km2.

Figura 3.6: Población total, tasa de crecimiento y proyecciones para Michoacán de Ocampo en el periodo 1910-2030



Fuente: http://www.aregional.com (con base en datos del INEGI y CONAPO).

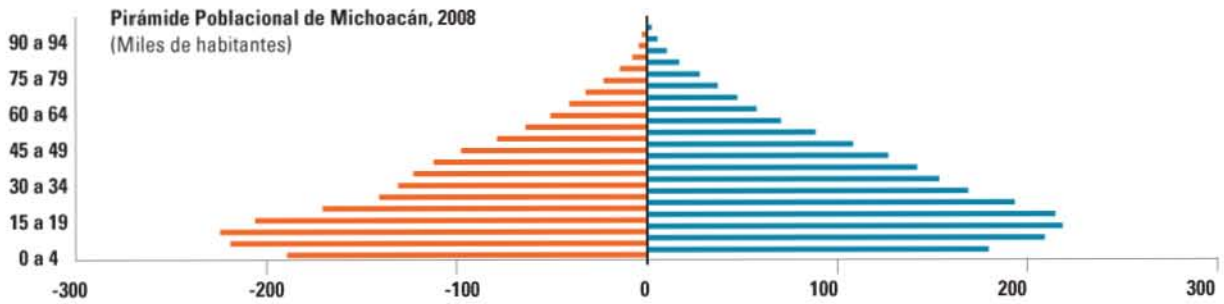
Figura 3.7: Distribución de la densidad poblacional por municipio en el estado de Michoacán al año 2000



001	Acuitzio	020	Cuitzeo	039	Huiramba	058	N. Parangaricutiro	077	San Lucas	096	Tumbiscatío
002	Aguililla	021	Charapan	040	Indaparapeo	059	Nuevo Urecho	078	Santa Ana Maya	097	Turicato
003	Álvaro Obregón	022	Charo	041	Irimbo	060	Numarán	079	Salvador Escalante	098	Tuxpan
004	Angamacutiro	023	Chavinda	042	Ixtlán	061	Ocampo	080	Senguio	099	Tuzantla
005	Angangueo	024	Cherán	043	Jacona	062	Pajacuarán	081	Susupuato	100	Tzintzuntzan
006	Apatzingán	025	Chilchota	044	Jiménez	063	Panindícuaro	082	Tacámbaro	101	Tzitzio
007	Aporo	026	Chinicuila	045	Jiquilpan	064	Parácuaro	083	Tancítaro	102	Uruapan
008	Aquila	027	Chucándiro	046	Juárez	065	Paracho	084	Tangamandapio	103	V. Carranza
009	Ario	028	Churintzio	047	Jungapeo	066	Pátzcuaro	085	Tangancícuaro	104	Villamar
010	Arteaga	029	Churumuco	048	Lagunillas	067	Penjamillo	086	Tanhuato	105	Vista Hermosa
011	Briseñas	030	Ecuandureo	049	Madero	068	Peribán	087	Taretan	106	Yurécuaro
012	Buenavista	031	Epitacio Huerta	050	Maravatío	069	La Piedad	088	Tarímbaro	107	Zacapu
013	Carácuaro	032	Erongarícuaro	051	Marcos Castellanos	070	Purépero	089	Tepalcatepec	108	Zamora
014	Coahuayana	033	Gabriel Zamora	052	Lázaro Cárdenas	071	Puruándiro	090	Tingambato	109	Zináparo
015	Coalcomán de V. P.	034	Hidalgo	053	Morelia	072	Queréndaro	091	Tingüindín	110	Zinapécuaro
016	Coeneo	035	La Huacana	054	Morelos	073	Quiroga	092	Tiquicheo de N. R.	111	Ziracuaretiro
017	Contepec	036	Huandacareo	055	Múgica	074	Cojumatlán de R.	093	Tlalpujahua	112	Zitácuaro
018	Copándaro	037	Huaniqueo	056	Nahuatzen	075	Los Reyes	094	Tlazazalca	113	J. Sixto Verduzco
019	Cotija	038	Huetamo	057	Nocupétaro	076	Sahuayo	095	Tocumbo		

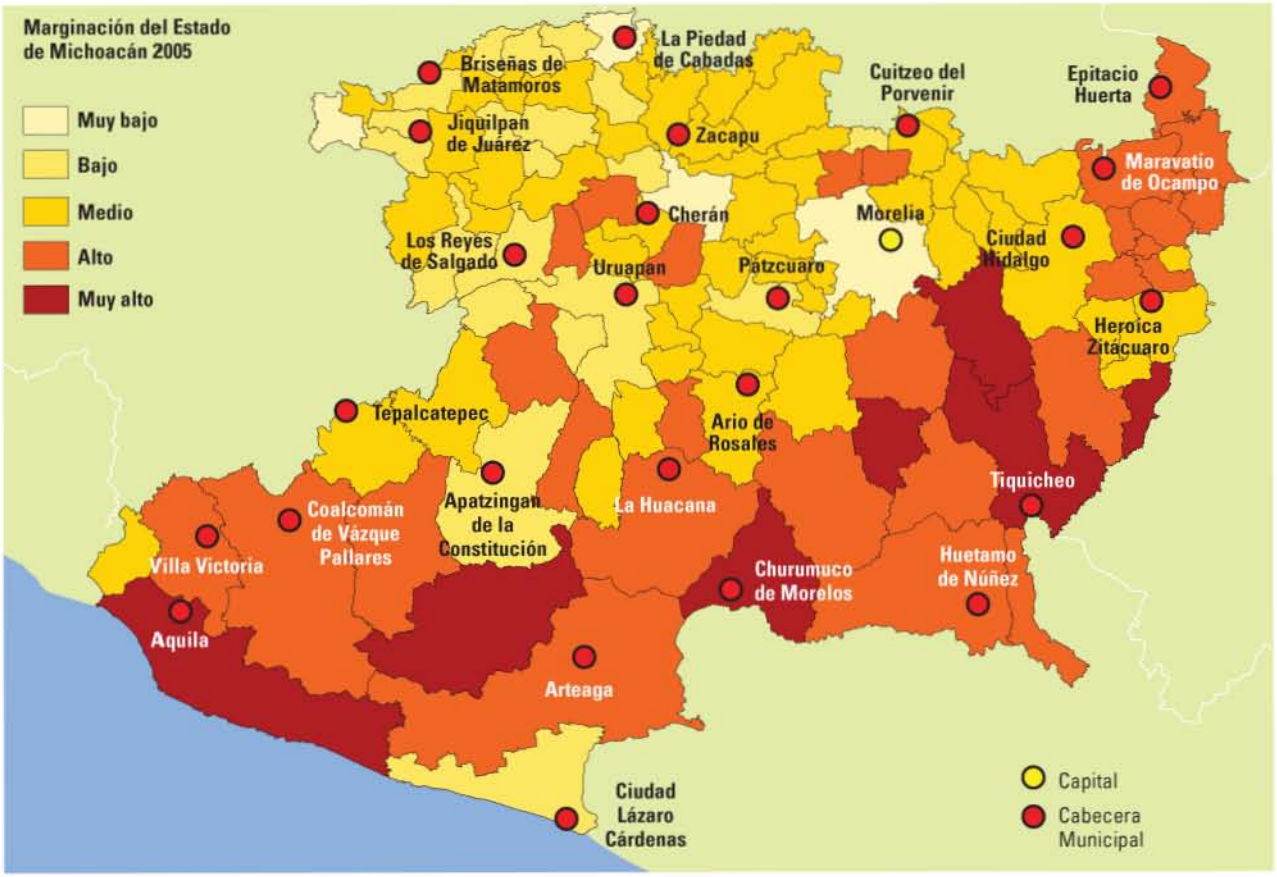
Fuente: http://www.aregional.com (con base en datos del INEGI y CONAPO).

Figura 3.8: Distribución de la estructura de edades según intervalo para el estado de Michoacán al año 2008



Fuente: http://www.aregional.com (base en CONAPO).

Figura 3.9: Distribución según grado de marginación en el estado de Michoacán para el año 2005



Fuente : CONAPO.

En Michoacán el grueso de la población se encuentra en el rango de 10 a 14 años de edad que representa el 11.06 % de la población total, seguido de la población entre 5 a 9 años con 10.68 %; y en el rango de 15 a 19 años se ubica el 10.54% de la población. La estructura de edades del año 2008 para el estado, indica avances en el proceso de transición demográfica con la mayor proporción de población en el grupo de jóvenes, adultos jóvenes y maduros y una disminución típica en la base (Figura 3.8).

En el año 2000, Michoacán se ubicaba en el décimo lugar nacional en marginación, con 28 de 113 municipios catalogados como de "alta marginación" y siete con "muy alta marginación". Los municipios marginados se localizan en las regiones Tierra Caliente y Costa. (CONABIO, SUMA, SEDAGRO, 2007). Para el año 2005 la entidad se colocó en la novena posición a nivel nacional. De los 113 municipios que conforman la entidad, Aquila fue el que presentó el mayor índice de marginación, seguido de Tziotzio. Los municipios con menor grado de marginación fueron Morelia y La Piedad (Figura 3.9).

En el año 2000, el índice de desarrollo humano en Michoacán ascendió a 0.75, con lo que la entidad se colocó en la 27ª posición en el contexto nacional (PNUD, 2007).

Actividades Económicas

La población ocupada en el estado de Michoacán asciende aproximadamente a 920 154 personas. El sector primario concentra el 34% de la población, el secundario emplea al 23% y el terciario ubica al 37% restante de la población ocupada. En la Tabla 3.4, se aprecian algunos indicadores socioeconómicos del estado.

Tabla 3.4: Algunos indicadores socioeconómicos del estado de Michoacán

Indicador	Periodo	Valor
Población	2005	3,966,073 hab
Grado Promedio de Escolaridad	2008-2009	7.23 años
Población Económicamente Activa	2009-12	1,676,772 personas
Salario Mínimo	2010	$ 54.47 por día
Índice de Desarrollo Humano	2004	0.7575

Fuente: http://www.aregional.com

La actividad agrícola se desarrolla en poco más de un millón de hectáreas, que representa casi el 20% de la superficie total del estado, y de ellas cerca de 400 000 corresponden al área de riego y 600 000 a la de temporal. Las áreas de riego se localizan principalmente en el Valle de Apatzingán, el Bajío michoacano, la Ciénega de Chapala, el Valle de Zamora, el Valle Morelia- Queréndaro, Maravatío, Tacámbaro-Turicato, Ciénega de Zacapu y Tuxpan. El 75 % de la superficie cultivada se destina a sorgo, aguacate, fresa, durazno, trigo, limón, praderas, caña de azúcar, mango y maíz, éste último producto ocupa el 43% del área. Michoacán es el principal productor de aguacate en el país y en el mundo. En el año de 2007 el estado produjo un total de 6.2 millones de toneladas de productos agrícolas con un valor de 24 700 millones de pesos.

La actividad ganadera se desarrolla en el 43% de la superficie estatal y da ocupación al 27% de la población económicamente activa. Se tiene registro de más de 1 560 000 cabezas de bovinos, con una producción anual promedio cercana a las 45 000 toneladas; 900 000 cabezas de porcinos para 56 000 toneladas anuales de carne; 26 500 000 aves que producen 45 248 de toneladas de carne por año; 222 000 ovinos y 450 000 caprinos, generadores de una producción anual conjunta de 3,000 toneladas de carne. El 80% de la explotación porcina se localiza en subregiones como la Ciénega y Centro, sobre todo en los municipios de La Piedad, Puruándiro, Yurécuaro, Huandacareo y Numarán. Para el año de 2007 esta entidad produjo un total de 127 991 toneladas de bovino, 55 540 de porcino, 2 687 de ovino, 4 878 de caprino y 63 312 toneladas de aves, lo anterior con un valor total de 4 042 millones de pesos.

El 60% de la superficie del estado es de vocación forestal, aunque el área de bosques templados y fríos sólo cubre el 27%; las existencias maderables rebasan los 147.5 Mm3, por lo cual Michoacán se ubica en el primer lugar nacional como productor de resina y en el tercero en madera aserrada; la capacidad industrial instalada comprende cerca de 3 000 establecimientos, siendo alrededor de 950 de aserrío, poco más de 2 000 de talleres artesanales y 16 de plantas destiladoras de resina, entre otros. En el año de 2007 en el estado se produjeron un total de 694 170 m3 de madera, destacando la producción de madera de pino, la cual contribuye con el 89.6 % de la producción total en el estado y con cerca del 10% de la producción nacional.

Michoacán es uno de los principales productores dulce-acuícolas del país. La participación de la pesca en el sector agropecuario representa junto con la caza, el 12 % de dicho sector. En el año de 2007, se produjo en el estado un total de 18 153 toneladas de productos, destacando la captura de tilapia y carpa, la primera representa el 51.4% y la segunda el 13.6% del total capturado. Esta producción tuvo un valor total de 120.9 millones de pesos.

En la entidad se extraen minerales como fierro, cobre, zinc, cadmio, plomo, plata, oro, tierras fuller, arenas, gravas, calizas, mármol, caolín, sílice y yeso entre otros. Destacan como regiones mineras los distritos de Tlalpujahua, Angangueo, Los Azufres, Real de Otzumatlán, Tzitzio, Tiámaro, El Bastán, San Diego Curucupacéo, Inguarán, Las truchas y la Minita de Coalcomán. La extracción de minerales metálicos se concentra en las regiones Costa, Oriente y Tacámbaro, y la explotación de minerales no metálicos se localiza en las zonas Centro, Zacapu, Bajío, Oriente, Tacámbaro, Costa, Meseta Purépecha, Apatzingán y Ciénega de Chapala. Michoacán es el segundo estado productor en el país de coque y el tercero en hierro, minerales que contribuyen al crecimiento de la industria siderúrgica. Para el año de 2007, el valor de la producción de la actividad minera fue de 637.9 millones de pesos.

La actividad industrial presenta un alto grado de concentración regional en el Centro y en especial en la capital del estado; así como en la región Occidente, que comprende el Valle de Apatzingán y la Meseta Purépecha; y en la Ciénega de Chapala. La distribución por regiones de industria manufacturera en la entidad se puede apreciar en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5: Distribución de productos de la industria manufacturera por región en el estado de Michoacán

Productos	Regiones
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	Ciénega de Chapala, Centro y Meseta Purépecha
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	Centro, Meseta Purépecha y Ciénega de Chapala
Industria de la madera y productos de madera	Meseta Purépecha, Oriente y Pátzcuaro-Zirahuén
Papel y productos de papel, imprentas y editoriales	Centro y Meseta Purépecha
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, del hule y del plástico	Costa, Centro y Zacapu
Productos minerales no metálicos	Ciénega de Chapala, Centro y Oriente
Industrias metálicas básicas	Costa
Productos metálicos, maquinaria y equipo, incluyendo instrumentos quirúrgicos y de precisión	Centro, Costa y Ciénega de Chapala

El estado cuenta con gran potencial de recursos turísticos distribuido en cerca de 2 436 sitios y eventos de interés, de los cuales el 69.04% son recursos naturales, el 12.97% manifestaciones culturales, 11.94% expresiones folklóricas, 3.61% realizaciones contemporáneas y 2.62% acontecimientos programados. Las ciudades más visitadas por los turistas son Morelia, Pátzcuaro, Uruapan, Zamora, Zitácuaro, Lázaro Cárdenas, Quiroga, Paracho, Jiquilpan y Sahuayo.

La actividad comercial en el estado ocupa el segundo lugar después del sector servicios, con una contribución del 19.07 % al producto interno bruto estatal (PIBE), ligeramente inferior a la media nacional que es del 22%. El número total de establecimientos dedicados a esta actividad es de 52 888 de los cuales el 95% lo constituyen comercios medianos y pequeños.

3.4 La Agricultura en Michoacán

El interés prioritario por el tema de la agricultura surge de la existencia de un consenso sobre el impacto que tendrá el cambio climático en la superficie neta apta para el cultivo de los diferentes productos, así como la reducción de rendimientos, la emergencia de plagas y la incertidumbre asociada a dichos factores, así como a los cambios en los mercados regionales y mundiales.

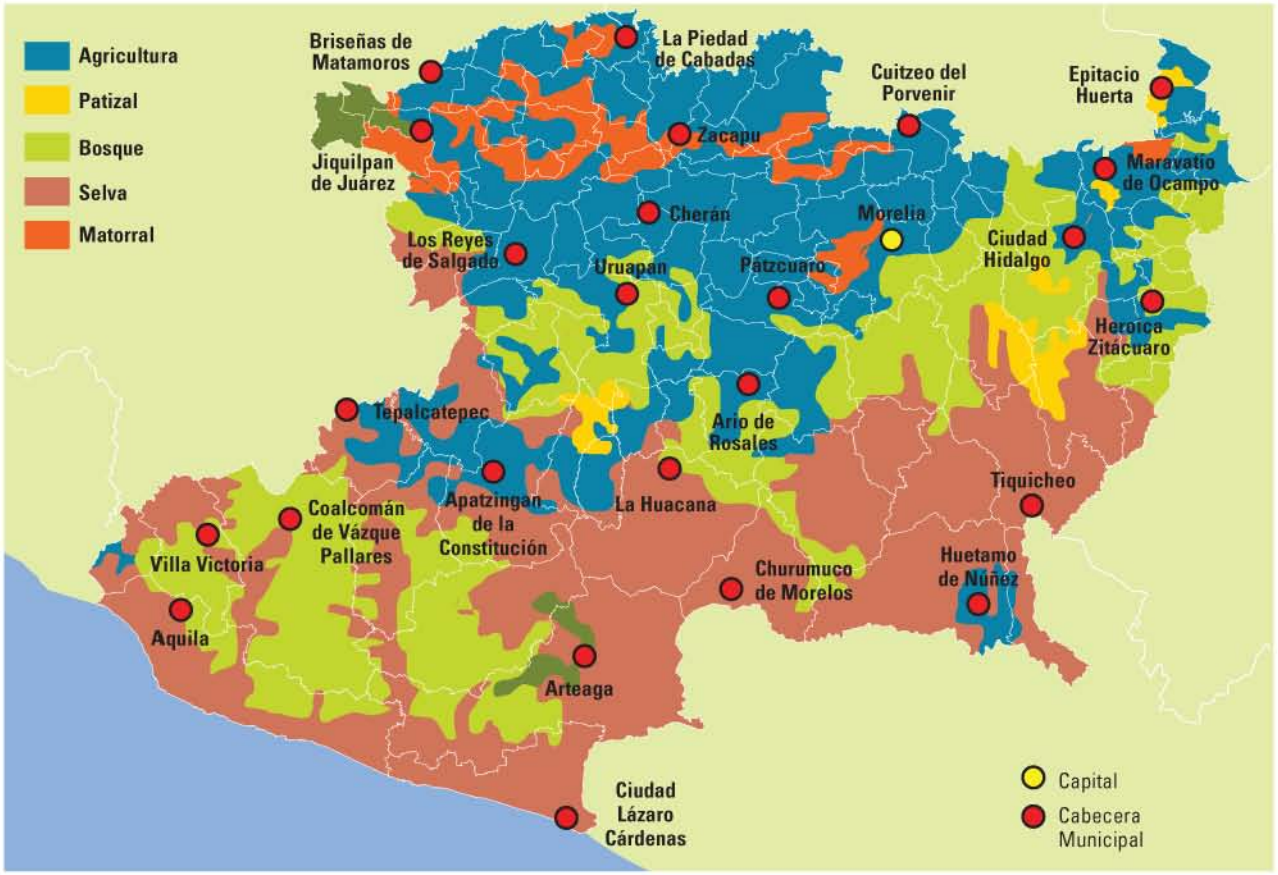
Los principales productos agrícolas de Michoacán se muestran en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6: Principales productos agrícolas

Principales productos agrícolas, 2008	Producción	% en el total nacional	Lugar nacional
Fresa	106 906	60.0	1° de 8
Guayaba	129 271	45.3	1° de 21
Melón	110 819	19.1	1° de 27
Aguacate	1 024 582	88.1	1° de 28
Limón	421 999	18.9	3° de 25
Cebolla	165 650	13.3	3° de 26
Tomate rojo (jitomate)	175 703	7.8	3° de 32

Fuente: INEGI

Figura 3.10: Usos del suelo en Michoacán



Fuente: INEGI

Además de los anteriores, se considera de especial relevancia social y cultural el cultivo del maíz.

La Figura 3.10 muestra la distribución geográfica de las zonas agrícolas en Michoacán.

En la zona norte (Ciénega de Chapala y Bajío) se concentran los cultivos anuales; las zonas boscosas de pino y encino, alternadas con agricultura de temporal, se ubican en el sistema volcánico y partes altas de la Sierra Madre del Sur; en la depresión del Balsas existe selva baja caducifolia, vegetación secundaria y algunas zonas agrícolas; en la costa, finalmente, predomina la selva mediana subperennifolia junto con plantaciones perennes como mango, tamarindo, guanábana y limón. En la entidad predomina el cultivo de temporal (Granados Ramírez *et al.,* 2008).

Para su organización administrativa, el Estado de Michoacán se divide en los Distritos de Desarrollo Rural que se muestran en la Figura 3.11.

En estudios previos (Granados *et al*, 2008) se ha identificado un impacto de la variabilidad climática, visible en la variación en las extensiones de cultivos de temporal, afectando cultivos como maíz, frijol y sorgo. Los autores proponen llevar a cabo estudios de regionalización agroclimática y evaluar la introducción de cultivos alternativos, en particular frutícolas.

Por otra parte, el Programa Hídrico 2030 para el Estado de Michoacán (CONAGUA, 2009) indica que en la entidad existen 10 distritos de riego y 2353 "unidades de riego para el desarrollo rural" (URDERALES).

En el periodo 1995-2006 sólo se cultivó el 71% de la superficie regable, principalmente debido a la variabilidad de agua disponible en la cuenca Lerma-Chapala. Los distritos de mayor superficie en el estado son el Lázaro Cárdenas y

Figura 3.11: Distritos de Desarrollo Rural en Michoacán

FUENTE: (Granados Ramirez et al., 2008)

el Rosario-Mezquite. Sólo el 14.7% de la superficie regable está tecnificada; la eficiencia global promedio del uso del agua en la agricultura tecnificada se estima en 33.5% del volumen aplicado. Predominan los cultivos de maíz, trigo y sorgo, con rendimientos muy inferiores al promedio nacional. La superficie que ocupan las URDERALES es similar a la de los Distritos de Riego, pero contrario a lo que sucede en otras regiones del país, contribuyen con mayor producto económico y presentan mayores eficiencias globales, si bien existe poca medición y control de estos aprovechamientos. El temporal, con una superficie mayor en 32% a la de distritos y unidades de riego, genera el 61% de la producción total con producciones por hectárea inferiores al 50% de las correspondientes al riego; como se mencionó antes, su importancia radica en su papel en la subsistencia de comunidades rurales marginadas y en la preservación de patrones culturales.

4. Escenarios y cambios esperados bajo condiciones de cambio climático

4.1 Antecedentes

El portal sobre cambio climático por estado y sector del INE (SEMARNAT)[4] muestra para el estado de Michoacán las tendencias esperadas de cambios en la temperatura y en las lluvias, detectadas a partir de escenarios para los años 2020, 2050 y 2080. Las tendencias no distan en gran medida de las esperadas a nivel regional o nacional, las cuales son ampliamente conocidas. Como en gran parte del territorio nacional, en el caso de Michoacán hay incertidumbre en los cambios que se pudieran presentar en las lluvias, pero a largo plazo se muestra una clara tendencia a la disminución de la precipitación total anual (Tabla 4.1).

Tabla 4.1: Variación de temperatura y precipitación esperadas para el estado de Michoacán

Escenario	Variación en la precipitación total anual	Aumento de la temperatura media anual (°C)
2020	entre +5 y -5%	entre 0.8 y 1.2°C
2050	entre +5 y -10%	entre 1.0 y 2.5°C
2080	disminuirá entre 5 y 20%	entre 2 y 4°C

En la Fig. 4.1 se muestran las condiciones actuales de temperatura media y precipitación anuales del estado de Michoacán, así como un ejemplo de escenario base y esperado para el 2030.

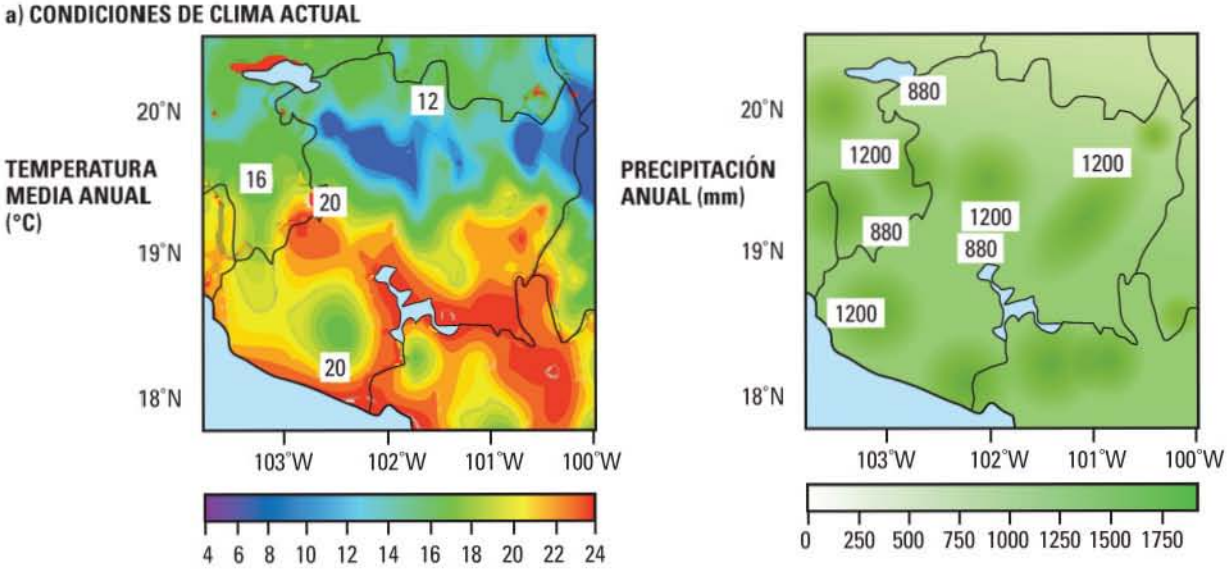
Las principales amenazas para el estado de Michoacán relacionadas con la variabilidad climática actual son las lluvias torrenciales y las sequías, como lo dejan ver las cifras de afectados por algunos eventos extremos de las últimas décadas (Figura 4.2 y Tabla 4.2).

Bajo condiciones futuras de cambio climático, el incremento en el nivel del mar se estima también como una de las principales consecuencias que podrían afectar a la entidad. La zona costera del estado podría ver impactada seriamente su producción agropecuaria así como la actividad turística en destinos de playa.

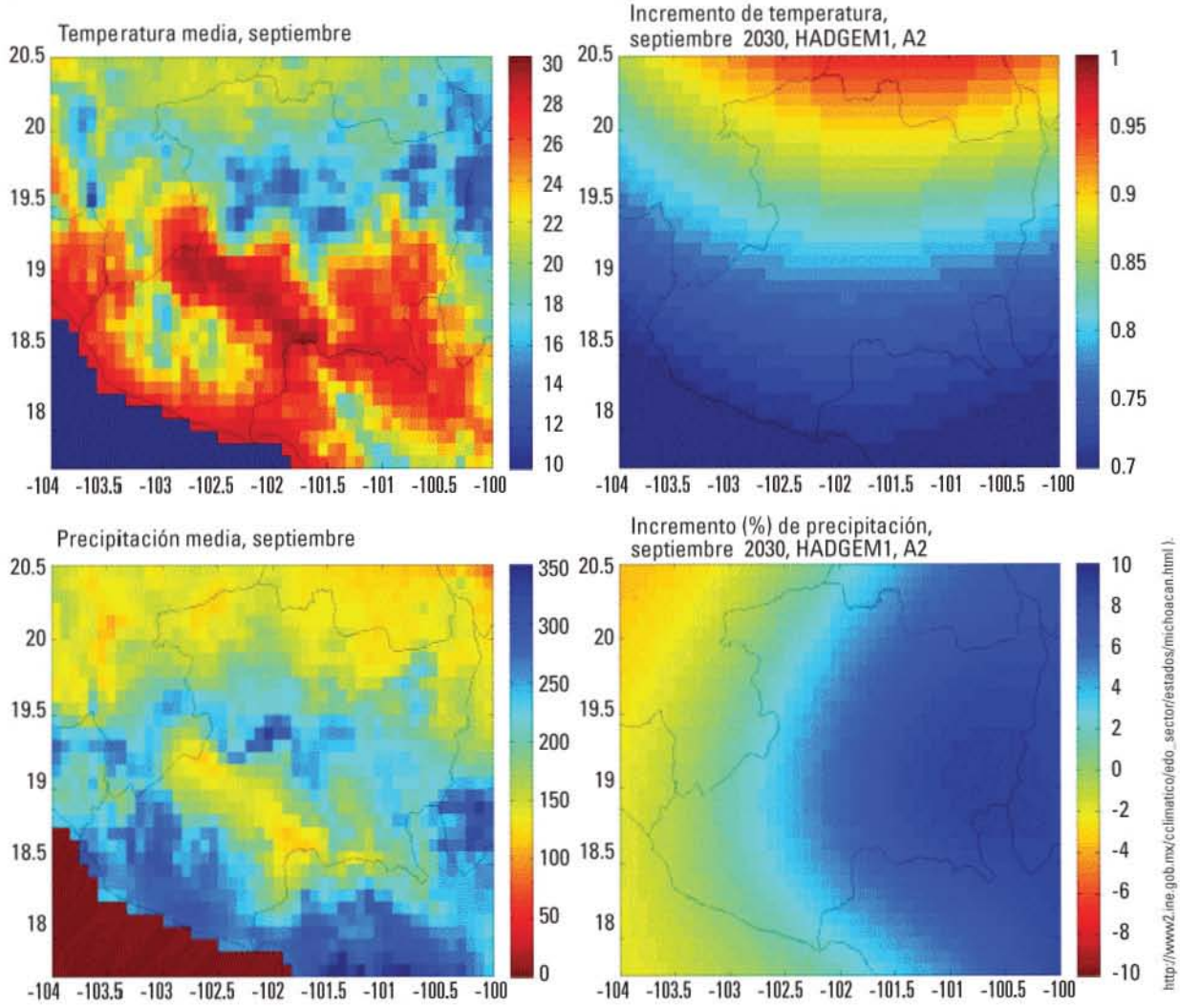
4 http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/michoacan.html

Figura. 4.1:. Condiciones de clima actual y cambios esperados al año 2030, Michoacán, México

a) CONDICIONES DE CLIMA ACTUAL

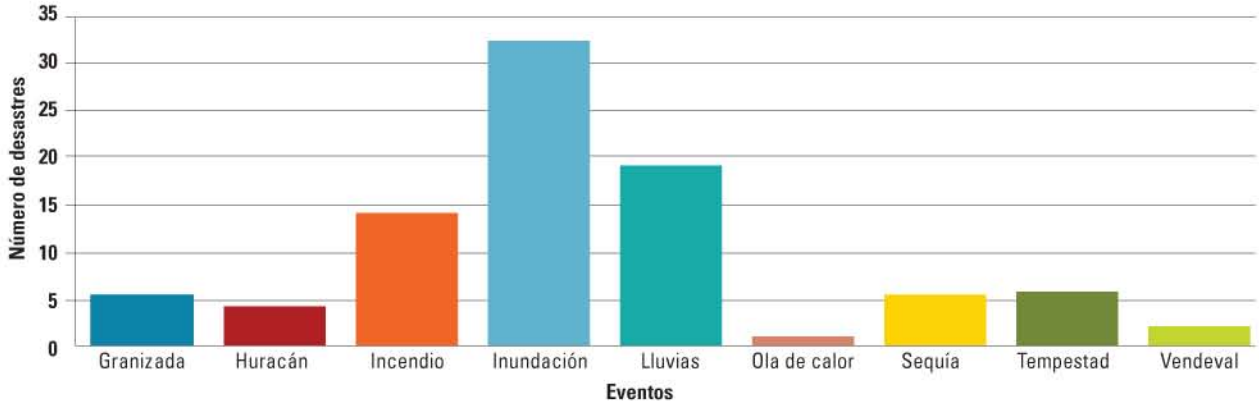


b) EJEMPLO. Escenarios base (1950-2000), y cambios proyectados por el modelo HADGEM, A2. (De acuerdo a WB y C. Conde, 2010. manuscrito).



http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/michoacan.html).

Figura 4.2: Desastres de origen hidrometeorológico que han afectado a Michoacán en el periodo 1980-2001



Fuente: DESINVENTAR http://www.desinventar.org

Tabla 4.2: Ejemplos de impactos de algunos eventos extremos registrados en Michoacán en la década pasada

Evento	Afectaciones	Año
Lluvias torrenciales, deslaves y desbordamiento de ríos y presas	95 muertes, 126,854 personas afectadas, 14,102 viviendas afectadas, 10,000 ha de cultivo dañadas	2001
Bajas temperaturas	4 muertos	2002
Lluvias torrenciales	10,000 personas afectadas, 5,439 viviendas dañadas, 23,104 ha de cultivo dañadas y/o pastizales, 51.2 caminos afectados	julio y septiembre de 2003
Depresión Tropical "Dora"	Sin registros	3 -6 de julio de 2005
Sequía	14,723 ha de cultivos afectadas. Costos totales: 13,3 millones de pesos	2005

Fuente: http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/michoacan.html, a partir de CENAPRED

4.2 Escenarios generados para el proyecto[5]

Como lo sugiere el diagrama del IPCC AR4, los cambios en la magnitud o los incrementos en la frecuencia de eventos extremos son los que resultarán más claros bajo cambio climático. Es por ellos que se deben analizar las tendencias en los valores extremos de temperatura o precipitación como una de las señales más claras del cambio climático. En ese sentido, el proyecto CLIMDEX de la WMO ha tenido como finalidad documentar los cambios en los valores extremos de parámetros meteorológicos. Aguilar et al 2005 reportan las tendencias de cambio en Mesoamérica.

En el caso del estado de Michoacán los cambios de Tmax, Tmin o precipitación extremos han sido documentados para estaciones con al menos cincuenta años de información diaria como son las estaciones de Cuitzeo, Zamora, Zinapécuaro y Villamar, en la parte central del estado. En cada uno de los casos se detecta un incremento en la magnitud

5 La información de este apartado se extrajo del trabajo elaborado por el Dr. Víctor Magaña.

de Tmax y la ocurrencia de ondas de calor, al igual que en los valores de Tmin que sugieren que los episodios de frío extremo han disminuido substancialmente. De igual forma, la intensidad de la lluvia fuerte en el estado se ha venido incrementando al igual que la ocurrencia de aguaceros.

Proyecciones del clima futuro en Michoacán

Se analizaron escenarios para el estado de Michoacán con el Modelo Dinámico Japonés y con un ensamble de casi 70 realizaciones (Ver recuadro). Entre los principales resultados destacan:

- **Los incrementos en temperatura** mínima se pueden analizar si se consideran aquellos del percentil 10%. Estos sirven para estimar los cambios en los episodios más fríos del estado. Las proyecciones indican que las mínimas no serán tan frías como en la actualidad. Esto puede permitir que las plagas en los bosques perduren por más de una estación.

- **El incremento en los** valores extremos de temperatura máxima pueden afectar la salud de las personas (eg. golpe de calor), la calidad de los alimentos, la calidad del agua o producir altos estrés hídrico en la vegetación y posibles incendios forestales. Los mayores incrementos en la Tmax aparecen en la parte baja central del estado.

- **En el caso de** la precipitación, la incertidumbre en las proyecciones es mayor que para la temperatura. El patrón de precipitación anual en el estado está influenciado por la orografía y por la cercanía al mar. El modelo de clima regional del simulador de la tierra es capaz de reproducir los principales elementos en la lluvia aunque la magnitud no es simulada con precisión. Sin embargo, dado que lo importante es la magnitud de cambio, el error sistemático es de menor importancia.

- **En general, el modelo** de clima regional indica que hacia finales del presente siglo la precipitación disminuirá hacia el sureste y noroeste del estado. En ambas regiones se ubican cuerpos de agua importante como el embalse de Infiernillo o el río Lerma que desemboca en la laguna de Chapala.

- **El ensamble de proyecciones** de precipitación también indica una disminución del orden del 10% en la precipitación media anual, principalmente hacia el sureste del estado, de forma similar a la observada en el modelo dinámico. La diferencia entre el escenaro de cambio en pcp anual bajo A2 y A1B es del orden del 5%.

Uno de los elementos de cambio de importancia bajo cambio climático es la intensidad de la precipitación. El escenario de cambio dado por el modelo de clima regional dinámico sugiere una intensificación de la tasa de precipitación diaria de alrededor de 0.5 mm/día bajo el escenario A1B, principalmente en la zona baja del centro del estado y hacia las zo nas costeras. En estas regiones, el percentil 95% muestra un incremento del alrededor de 5 mm/día.

- **Lo anterior indica que** en la parte centro y costera de Michoacán se espera que las lluvias intensas sean aun más intensas. Por otro lado, las regiones del sureste y noroeste del estado, en donde la precipitación media tiende a disminuir, la intensidad de la precipitación también decrece.

- **Un aspecto interesante de** los escenarios es que en donde la intensidad de lluvia esperada aumenta, el número de días con lluvia disminuye. El efecto opuesto parece ocurrir en las regiones en donde la precipitación media anual tiende a disminuir de acuerdo al modelo.

- **Los incrementos en la** intensidad en las lluvias fuertes pueden tener consecuencias en la seguridad de los asentamientos humanos. Por ejemplo, las montañas del estado de Michoacán más cercanas a la zona costera tienen pendientes importantes que ante un mayor número de eventos de precipitación intensas podrían llevar a deslizamientos.

- **Incluso algunas regiones de** la zona con ciudades de mayor tamaño (Uruapan, Morelia, y otras) podrían sufrir afectaciones ante lluvias más intensas (por inestabilidad), si las laderas no son conservadas

Cuadro: Modelos para análisis de escenarios

El modelo dinámico japonés de clima regional (Earth Simulator) tiene un solo escenario regional (22km X 22km) bajo A1B para finales del s. XXI. Sin embargo, es necesario contar con un ensamble para poder estimar los rangos de cambio.

En el modelo dinámico de alta resolución (22 km X 22km), AJ corresponde a la simulación del clima presente (1979-2003) mientras que AK se refiere a la simulación del clima hacia finales del presente siglo (2075-2099). El modelo dinámico da información sobre cambios en condiciones medias y en eventos extremos.

Se han hecho corridas del CC regional (6 realizaciones) pero con resolución de 60 km X 60 km para contar con proyecciones del futuro cercano SN (entre el 2015-2039) y del futuro lejano SF (entre el 2075-2099), donde S corresponde a super-alta resolución, N para Near future y F para Far future, SP se utiliza para el clima presente (control) simulado por el modelo.

La capacidad del modelo de reproducir los detalles regionales del clima, se mide a través de una comparación entre patrones y magnitudes con datos observados (análisis NARR)

Adicionalmente, se contó con un ensamble multimodelo de escenarios regionales de 50 km X 50 km (downscaling) mediante una técnica estadística de identificación de patrones (CPT) aplicada a casi todos los modelos del clima usados por IPCC AR4.[1]

Aunque es difícil comparar el modelo dinámico (una realización) y aun el ensamble del modelo japonés con el estadístico (un ensamble multimodelo de casi 70 realizaciones) es posible establecer que los órdenes de magnitud para A1B son comparables hacia finales del presente siglo para medias mensuales.

En ensamble multimodelo con reducción de escala permite también estimar la diferencia en las proyecciones si se trata del escenario A2 o del escenario A1B.

Por medio de un esquema de comparación de patrones (CPT) se construyó un ensamble de escenarios de clima regional que permite comparar la de los cambios regionales esperada por muchos modelos, con el modelo japonés dinámico (simulador de la Tierra).

Los resultados para A1B muestran que magnitud y los patrones de cambio esperado son comparables en el modelo de clima regional y el ensamble con reducción de escala estadística.

El ensamble de los cambios en temperatura media proyectados hacia finales del s. XXI bajo A2 son medio grado centígrado mayores que con A1B.

Con el modelo de clima regional del Simulador de la Tierra se pueden calcular cambios en valores medios de otras variables como temperatura mínima, máxima o precipitación.

En el caso de la temperatura mínima los cambios son casi del mismo orden de magnitud sobre todo el estado de Michoacán. Sin embargo, en la temperatura máxima los mayores cambios pueden ocurrir en las partes bajas del estado.

1 VER: http://portal.iri.columbia.edu/Production/Climate/cpt/CPT_Tutorial.pdf

adecuadamente. Es por ello, que la conservación y restauración de cuencas cobra gran importancia ante los escenarios de cambio climático y las tendencias del clima actual. Los cambios en el uso de suelo en zonas boscosas en las últimas tres décadas han sido importantes, principalmente pata expansión urbana y para tierras dedicadas a la agricultura.

- **Parte de la agricultura** del estado se desarrolla en la zona centro de Michoacán y hacia la montaña hasta llegar a la frontera delimitada por el río Lerma. En la agricultura de temporal resulta clave el inicio de la temporada de lluvias. Un análisis de las proyecciones de a lluvia en el mes de junio no indica un cambio sistemático en la precipitación de verano o al menos en el mes de junio.

- **El modelo de clima** regional del Simulador de la Tierra indica que el inicio de las lluvias estará dentro de lo normal o incluso podrían estar por encima de lo normal sistemáticamente. Vale la pena aclarar sin embargo, que otros de los modelos utilizados por el IPCC AR4 sugieren que las lluvias de verano estarán sistemáticamente por debajo de los valores actuales. Esto refleja parte de la incertidumbre en las proyecciones de lluvia, mayor que la que se tiene en las proyecciones de temperatura.

- **En cualquier caso, la** magnitud de las anomalías de lluvia proyectada, tanto para el futuro cercano como para el futuro lejano, seguirá siendo menor que las variaciones interanuales o interdecadales en la mayor parte de México. En todo caso, resulta significativo analizar la humedad del suelo como resultado de cambios en las lluvias y en la temperatura.

- **Un análisis o proyección** de la humedad del suelo refleja los efectos combinados de temperatura y precipitación. Las proyecciones de cambio hacia el futuro cercano y lejano sugieren que aun en la regiones donde se proyecta un incremento en la precipitación se tendrá un déficit de humedad en el suelo que muy probablemente tendrá impactos en la productividad agrícola.

- **Es de particular importancia** la anomalía negativa proyectada para marzo, como mes representativo de la primavera, ya que en la mayor parte de las regiones altas se espera una anomalía negativa. Bajo tal condición, los bosques entran frecuentemente en situación de estrés hídrico y dadas las prácticas de roza tumba y quema los incendios forestales podrían incrementarse.

- **En el caso del** mes de junio, las proyecciones de humedad del suelo, principalmente hacia el futuro lejano, sugieren un déficit de humedad con impactos en el sector agrícola.

- **Los aumentos en temperatura** incrementan la evapotranspiración en la mayoría de los agro ecosistemas. A mayor disponibilidad de agua, como al inicio de la temporada de lluvias, la evapotranspiración tiende a aumentar.

- **La evaporación en la** frontera entre Michoacán y Guerrero experimentará un aumento importante. Es aquí donde se encuentra la presa de Infiernillo. Ante esto, y las proyecciones de incremento en la intensidad de las lluvias fuertes se tendrá que revisar el manejo que se hace de los niveles del embalse para evitar años en los que los niveles sean muy bajo o años en que se alcancen niveles peligrosos para la población.

5. Medidas de adaptación en sectores piloto

En este apartado se relacionan posibles impactos en sectores prioritarios y se describen los aspectos metodológicos adoptados para la realización del taller y sus resultados básicos en materia de adaptación al cambio climático.

5.1 Posibles impactos en sectores prioritarios

Impactos potenciales en los recursos hídricos

El cambio climático se traducirá en abundancia y escasez de agua, en función de la zona o época. Así, provocará lluvias de gran intensidad en algunos lugares (vgr. zonas costeras o bajas, estribaciones montañosas), mientras que, en otros, períodos de sequías prolongados (vgr. centro de América del Norte).

Se pronostica que el incremento de la temperatura propiciará una mayor demanda del recurso hídrico para consumo humano, para riego de las zonas agrícolas y para otros usos que demanda el crecimiento económico mientras, al mismo tiempo, se reduce la disponibilidad del líquido vital en la mayor parte de las áreas geográficas del continente americano.

Cuando la demanda de agua excede la cantidad disponible durante un tiempo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad, estamos frente a lo que se denomina estrés hídrico. El estrés hídrico provoca un deterioro de los recursos de agua dulce en términos de cantidad (acuíferos sobreexplotados, ríos secos, etc.) y de calidad (eutrofización, contaminación de la materia orgánica, intrusión salina, etc.)

En la región de América Latina se identifican los siguientes impactos potenciales genéricos:

- **Cambios en el ciclo** hidrológico: regímenes de precipitación, intensidad, extremos, humedad en el suelo, escurrimiento; el mayor impacto deriva de la variabilidad e incertidumbre, que afecta en mayor medida a la actividad agropecuaria no tecnificada
- **Cambios en el deshielo:** menos relevante en México que en la zona andina, quizás con excepción de la cuenca alta del Río Lerma y su relación con el Nevado de Toluca
- **Impacto de fenómenos extremos** en arrastre de suelos, deslaves, etc.
- **En zonas costeras, el** incremento en el nivel del mar provocará inundación de zonas bajas (en algunas de las cuales se ubica la infraestructura de desalojo) y agudizará la intrusión salina
- **Un ciclo hidrológico con** menos lluvia, más intensa y periodos sucesivos de precipitación abundante y

sequías, puede provocar una mayor demanda de aguas subterráneas para riego en los periodos intermedios, agudizando la sobrexplotación

- **Durante los periodos lluviosos,** la turbiedad de los cuerpos de agua superficial aumentará, mientras que en los periodos secos, la capacidad de autodepuración disminuirá; en conjunto, la calidad del agua superficial puede verse seriamente afectada

- **Los eventos de precipitación** más intensa propiciarán un mayor arrastre de sólidos, lo que aunado a la deforestación de las cuencas derivará en un ritmo más acelerado de azolvamiento y pérdida de capacidad de almacenamiento en las presas

- **Los sistemas de drenaje** combinados se verán afectados con la presencia más frecuente de lluvias más intensas; deberán tomarse previsiones efectivas para manejar adecuadamente el retorno de flujos de agua residual durante picos de tormenta

De interés para el presente trabajo, de acuerdo con estudios publicados por el INE, la cuenca Lerma-Chapala-Santiago ha sido evaluada con alto nivel de vulnerabilidad, considerando el efecto combinado de su tendencia demográfica y el estrés hídrico actual; incluso en escenarios que prevén mayor precipitación, dicha cuenca (que interesa al norte y nororiente de Michoacán) sigue apareciendo con vulnerabilidad moderada.

Impactos potenciales en la agricultura

La agricultura en América Latina, en particular la de la pequeña propiedad y zonas de temporal poco tecnificadas, ha mostrado ya una doble vulnerabilidad: frente al proceso de globalización y la consiguiente incertidumbre y variación en los precios de los productos, así como frente a la variabilidad climática, evidente por ejemplo en los años de alto impacto del fenómeno de El Niño y en proceso de agravamiento debido al cambio climático. De todas las actividades económicas de una región, la agricultura es la que más estrechamente se relaciona con los parámetros del clima

Los principales efectos genéricos de diferentes cambios en variables del clima son:

- **Mayor evaporación, menos disponibilidad** de agua y humedad en el suelo

- **Mayor evapotranspiración potencial**

- **Modificaciones en la duración** del ciclo vegetativo debidas a cambios en la temperatura, en particular la duración de la floración

- **La mayor resiliencia de** malezas generará competencia con los cultivos

- **Los sitios con condiciones** más propicias de precipitación y temperatura actuales son menos vulnerables

- **Puede provocarse una mayor** presencia de plagas y enfermedades, induciendo a un mayor uso de pesticidas y agroquímicos, los cuales a su vez serían arrastrados en los episodios de precipitaciones intensas

- **La deforestación y los** cambios de uso del suelo exacerban el impacto del cambio climático

- **La reducción en rendimientos** y producción puede agravar la vulnerabilidad ante la incertidumbre en los precios

Posibles impactos en Michoacán

Los principales sectores afectados ante un incremento anormal de la temperatura o cambios en las lluvias serán el hídrico, el urbano, el agrícola y el sector forestal[6].

6 http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/michoacan.html

En lo que se refiere a los recursos hídricos, se estima que el estado se encontrará con una presión media (de 20-40%) para el año 2025. Los cambios climáticos que podrían afectar a la entidad, ocurrirán en un contexto de cambios no climáticos propios de regiones con un alto crecimiento de población y desarrollo urbano en rápido aumento. Estas condiciones pueden exacerbar los impactos esperados. La vulnerabilidad del estado frente a cambio climático podría estar determinada también por factores como la alta concentración demográfica; el incremento de la industrialización, de vehículos automotores y de población viviendo en condiciones de pobreza.

Es muy probable que, bajo condiciones de cambio climático, los eventos de sequía se incrementen notablemente en el estado, lo que afectaría a todos los sectores, pero en primer lugar al agrícola de subsistencia, dadas sus condiciones de vulnerabilidad.

Los tipos de vegetación más afectados por las variaciones climáticas serán el bosque mesófilo de montaña que podría llegar a tener alrededor de 31% de su superficie total afectada, seguido de los bosques templados, el bosque espinoso y el bosque tropical caducifolio. Las afectaciones a las zonas boscosas templadas en Michoacán son particularmente preocupantes ya que cerca del 27 % de su superficie cuenta con este tipo de ecosistemas, que sustentan la actividad forestal maderable del estado, la cual para el año 2007 alcanzó un volumen de 694.2 m^3 de madera.

Efectos en la agricultura[7]

Las regiones dedicadas a la agricultura se ubican entre la zona baja del centro del estado y la frontera con Guanajuato, a lo largo del río Lerma. Son diversos los cultivos del estado, aunque se mantiene la siembra de maíz, pero con un incremento en la superficie dedicada al cultivo del aguacate.

Los rendimientos del cultivo de maíz blanco en áreas de temporal ha pasado en ls últimos treinta años de alrededor de una tonelada por hectárea a casi tres toneladas por hectárea. El aumento es importante y al parecer está relacionado principalmente con los apoyos en cuanto a semillas y tecnología que se brindan a los campesinos, pero al parecer también con una ligera tendencia de aumento en temperatura y precipitación, principalmente en la década más reciente.

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C, así como bastante incidencia de luz solar. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 y 20°C, llega a soportar temperaturas mínimas de 8°C, pero a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C.

Es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día, las necesidades hídricas varían a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua manteniendo una humedad constante, en la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere, siendo la fase de floración el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida.

La tendencia de años recientes a veranos más lluviosos parece haber ayudado a obtener mejores rendimientos en cultivos de maíz de temporal. Aunado a que el aumento de temperatura lleva los valores a rangos de alto rendimiento, la tendencia del maíz en Michoacán parece prometedora.

Sin embargo, los escenarios de aumento de temperatura y cambios en la precipitación podrían alterar los rendimientos del cultivo en el futuro cercano. Algunos elementos que se deben tomar en cuenta son:

Impactos positivos	Impactos negativos
Posibilidad de nuevos cultivos	Mayor incidencia de plagas y enfermedades
Mayor periodo para el desarrollo de los cultivos	Menor diversidad de cultivos
Mayor producción por CO_2 ▲	Daños a cultivos por calor extremo.
Aceleración de la maduración	Ciclones más intensos e inundaciones
Reducción en la severidad y duración de heladas	Menor eficacia de herbicidas y plaguicidas
Más cosechas por año	Predicciones menos confiables (planeación difícil)
	Menor producción por acortamiento del ciclo
	Mayor estrés hídrico y térmico
	Problemas con el cumplimiento de horas frío
	Incremento en la demanda pico de riesgo

7 La información de este apartado se extrajo del trabajo elaborado por el Dr. Víctor Magaña.

Considerando las etapas previas, en particular el taller de evaluación ambiental estratégica y la identificación de los participantes, se acordó que la consultoría se enfocaría a la organización de un segundo taller para identificar acciones de adaptación, utilizando la metodología descrita en la Guía desarrollada para el caso australiano[8]. Dicho modelo permite identificar, a partir de la identificación de cadenas causales (que relacionan el cambio en variables climáticas con sus efectos o impactos sobre las actividades y activos del sector analizado) los riesgos relativos que el cambio climático añade a la situación actual, los cuales son priorizados en función de la posibilidad de ocurrencia de cada escenario y el grado de gravedad de sus consecuencias. Se trata de un modelo que orienta la identificación y priorización de medidas de adaptación, no de mitigación; una vez priorizadas las medidas, se define en qué temas se requiere ampliar los estudios y en cuáles es posible y necesario actuar en forma inmediata o mediata, dando paso a una programación adaptativa.

El primer insumo para el taller son los escenarios de cambio en variables climáticas. Con objeto de contar con información más precisa concerniente a dichos escenarios, en el proceso de la consultoría se decidió llevar a cabo un análisis adicional, el cual fue encargado al Dr. Víctor Magaña R. de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En preparación del taller se llevaron a cabo reuniones el 17 de mayo, el 28 de junio y el 16 de julio en la ciudad de Morelia, así como diversas teleconferencias. El taller se llevó a cabo entre el 11 y el 13 de octubre. Un objetivo central de estas reuniones fue acordar los términos y alcances del taller, así como propiciar la participación y sentido de pertenencia por parte de las áreas concernidas.

Descripción detallada del método

La metodología permite identificar los impactos que puede generar el cambio climático en sectores determinados, así como las medidas de adaptación para mitigarlos. Se parte del análisis de escenarios de cambio climático, de donde se derivan las variables climáticas más importantes para los sectores en estudio. Posteriormente, se evalúa el riesgo de que ocurran los posibles impactos y la vulnerabilidad de las medidas de adaptación. Finalmente, se establecen criterios de jerarquización de las acciones de adaptación.

El valor del método consiste en incorporar la experiencia de especialistas en los temas analizados, quienes tienen la sensibilidad para calificar la gravedad del impacto de las variables climáticas y también los conocimientos para definir y evaluar las medidas de adaptación. Su participación en la etapa de jerarquización es fundamental porque conocen otros factores locales que inciden en la viabilidad de las medidas seleccionadas.

La aplicación del método se auxilia con el formato de una matriz cuyas celdas se llenan con los impactos y posteriormente otra matriz en la que las celdas se llenan las medidas de adaptación. El trabajo se desarrolla en seis etapas que se describen a continuación:

1. Determinación de la importancia de los factores de cambio climático que sean relevantes para el sector o región, para un período específico de tiempo.

A partir del análisis de escenarios de cambio climático, con el auxilio de los expertos en clima, se identifican los que tienen mayor relevancia para los sectores por analizar. Por ejemplo, para manejo de recursos hídricos la precipitación media anual; en cambio, para la agricultura la humedad del suelo es determinante. Esos factores se incorporan a una matriz para formar la primera columna. En la Tabla 5.1 se presenta una lista de variables.

8 The Australian Greenhouse Office, Department of Environment and Heritage, 2006. "Climate Change Impacts & Risk Management – A Guide for Business and Government". Canberra: 73 p.

Tabla 5.1: Ejemplos de variables de cambio climático

Variables	
Mayores temperaturas máximas	Elevación del nivel del mar
Mayores temperaturas mínimas	Disminución en la precipitación anual media
Más días con temperaturas mayores a 35 o C / Más incendios	Disminución en la precipitación de primavera
Incremento en la intensidad de tormentas – igual cantidad de lluvia total	Disminución en la precipitación de verano
Sequías más severas	Disminución en la precipitación de otoño
Mayor velocidad del viento	Disminución en la precipitación de invierno

2. Clasificación las variables climáticas de acuerdo con la verosimilitud de ocurrencia

Con el auxilio de los expertos en clima se establece la confiabilidad de los factores seleccionados. Por ejemplo, la temperatura se puede predecir con mayor confiabilidad que la precipitación, de manera que se hace una clasificación como se muestra en el Tabla 5.2

Tabla 5.2: Confiabilidad de las variables de cambio climático

CALIFICACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
Muy alta confiabilidad	Mayor que 90% de probabilidad
Alta confiabilidad	90%
Media a alta confiabilidad	Mayor que 70%
Moderada confiabilidad	Mayor que 50%

Con esta clasificación se establece una escala de colores para identificar en la matriz la confiabilidad de los factores mencionados.

3. Identificación de las variables que pueden ser impactadas por estos factores de cambio climático

El primer renglón de la matriz se llena con los enunciados que representan los aspectos del tema general que se desea analizar. Por ejemplo, en el caso de un tema general de recursos hídricos, los aspectos pueden ser: agua superficial, agua subterránea, calidad del agua, etc. Conviene cubrir aspectos económicos, recursos naturales y aspectos sociales. En la Tabla 5.3 se ilustran algunos temas

Tabla 5.3: Ejemplo de Temas de análisis

Temas	
Escasez de agua / disponibilidad	Salud humana y bienestar
Infraestructura de agua	Nivel nutricional de los pastos
Industria y sociedad	Nivel nutricional de los pastos
Ecosistemas	Manejo de suelos

4. Elaboración de la lista de impactos y oportunidades derivados del cambio climático sobre estas variables

En cada celda de la matriz de impactos, se escribe un enunciado que corresponda al impacto que podría esperarse, de acuerdo con la opinión de los expertos, para un tema particular, ante la variable climática correspondiente al renglón en estudio. Por ejemplo, con incremento en la temperatura, la disponibilidad de agua superficial puede disminuir, o la calidad del agua superficial se puede degradar. Así se llenan todas las celdas de la matriz. En ocasiones se pueden identificar impactos positivos con lo que se convierte en una oportunidad.

Los impactos identificados se califican en función del riesgo que representan; para ello, se utiliza la matriz de riesgos que tiene por renglones la posibilidad de que ocurra la variable de cambio climático y por columnas el nivel del efecto negativo esperado; en su caso de efecto positivo (Tabla 5.4). Los niveles de riesgo pueden ser Bajo, Medio, Alto y Extremo. Así se colorea cada celda con lo que se logra identificar de manera objetiva aquellas que tienen mayores riesgos.

Tabla 5.4: Riesgos

Posibilidad	Consecuencias negativas					
	Menor	Moderado	Mayor	Severo	Catastráofico	Clave
Rare	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
Improbable	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Bajo - Se mantiene en revisión pero los controles existentes deben ser suficientes.
Probable	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto	Medio - Los riesgos son parte de la rutina pero se cuida el monitoreo.
Posible	Bajo	Medio	Alto	Alto	Extremo	Alto – Lo mas severo que puede ser aceptado como parte de la rutina.
Casi seguro	Bajo	Medio	Alto	Extremo	Extremo	Extremo – Los riesgos demandan atención urgente y no solo parte de la rutina

5.Identificación de las medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad

De manera similar a la matriz de impactos, se construye la matriz de adaptación, pero, en este caso cada celda de la matriz se llena con la o las medidas de adaptación que los expertos consideran pertinentes ante los impactos esperados conforme a la matriz de impactos; para ello, se establece una correspondencia entre las celdas que tiene la misma ubicación en las dos matrices. También de manera semejante a la matriz de impactos, se califica la vulnerabilidad de las medidas de adaptación a partir de la capacidad de adaptación y del impacto potencial. (Tabla 5.5)

Tabla 5. 5: Vulnerabilidad

Impacto potencial	Capacidad de adaptación		
	Baja	Media	Alta
Extremo	Alta	Alta	Moderada
Alto	Alta	Alta	Moderada
Medio	Moderada	Moderada	Baja
Bajo	Baja	Baja	Baja

6. Establecimiento de las prioridades para acelerar las opciones de adaptación.

Una vez que se cuenta con las matrices referidas arriba, se procede a jerarquizar las medidas de adaptación. Para ello, en virtud de que no se cuenta con más información, en el taller desarrollado en Morelia se acordó hacer una evaluación cualitativa conforme a los siguientes factores:

- **Grado de rezago actual**
- **Nivel de urgencia de** implementación
- **Costo**
- **Efectividad**
- **Tiempo de implementación**
- **Condiciones institucionales**

5.3 Resultados del taller de consulta

Contexto y participantes en el taller

El 5 de octubre, la SUMA convocó a diferentes participantes al que denominó "taller de gestión de riesgos de cambio climático", indicando las etapas de trabajo:

- **Establecimiento del contexto,**
  - **información y pronósticos de** cambio climático de relevancia para los sectores seleccionados
- **identificación de los riesgos,** impactos, grado de vulnerabilidad en los aspectos clave de cada sector
- **análisis y evaluación**
- **elección de medidas para** la adaptación.

El taller fue diseñado como plataforma de trabajo e intercambio entre expertos de los ámbitos público, privado y los especialistas de la academia. El objetivo era desarrollar una herramienta de política para fortalecer la toma de decisiones en cuanto a adaptación al cambio climático en sectores clave para el desarrollo. La agenda correspondiente se presenta en la Tabla 5.6

En el transcurso del taller se llevaron a cabo ajustes y adecuaciones, aunque en lo general se siguió la estructura originalmente propuesta.

Fueron presentados los escenarios de cambio climático incluidos en el punto 4.2 y la descripción de la metodología corresponde a**l** apartado 5.2 de este informe. Se presentó asimismo un panorama general e información básica de los subsectores agua y agricultura, antes de dividir los grupos para desarrollar las matrices de impactos, análisis de vulnerabilidad y jerarquización de medidas de adaptación.

En el desarrollo de las mesas de trabajo se siguieron dos manersas de analizar las medidas de adaptación, según se acordó con los participantes: la adoptada por el grupo de agricultura se basa en una lista de medidas que se analizó para cada consideración de clima; el grupo de agua, en cambio, lo hizo por cada celda de la matriz correspondiente.

Tabla 5.6: Agenda de trabajo

HORA	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES
MARTES 12		
8:30 – 9:00	Registro	
9:00 – 9:30	Bienvenida e introducción	Catalina Rosas Monge Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente del Estado de Michoacan Richard Damania Economista Ambiental Líder para la región de América Latina, Banco Mundial
9:30 – 10:30	Escenarios y cambios esperados bajo escenarios de cambio climático	Víctor Magaña Rueda UNAM
10:30 – 11:30	Descripción de la metodología	César Herrera Toledo Consultor, Banco Mundial
11.30 – 11:45	RECESO - ORGANIZACIÓN DE MESAS DE TRABAJO	Salones separados: MESA AGUA MESA AGRICULTURA (Maíz)
11:45 – 14:00	Identificación de impactos	Trabajo por mesas (agua y maíz)
14:00 – 15:30	RECESO – COMIDA	
15:30 – 17:00	Análisis de impactos y evaluación de riesgo	Trabajo por mesas (agua y maíz)
17:00 – 17:15	RECESO	
17:15 – 18:45	Propuestas de medidas de adaptación	Trabajo por mesas (agua y maíz)
18:45 – 19:00	Comentarios finales primer día	Coordina: César Herrera Toledo Consultor, Banco Mundial
MIÉRCOLES 13		
9:00 – 10:30	Evaluación de vulnerabilidad (jerarquización de medidas de adaptación)	Trabajo por mesas (agua y maíz)
10:30 – 10:45	RECESO	
10:45 – 12:15	Descripción de medidas prioritarias de adaptación	Trabajo por mesas (agua y maíz)
12:15 – 12:30	RECESO	
12:30 – 13:30	Adecuaciones institucionales	Trabajo por mesas (agua y maíz)
13:30 – 15:30	RECESO – COMIDA	
15:30 – 17:00	Conclusiones y recomendaciones – CLAUSURA	Coordina: César Herrera Toledo Consultor, Banco Mundial

5.3.1 Mesa de trabajo agricultura – maíz de temporal en la zona del Bajío Michoacano

Como punto de arranque y por iniciativa del grupo de trabajo se definió el ámbito del análisis como:

"El sistema producto correspondiente al maíz de temporal, en la región del Bajío Michoacano"

En esta definición se excluye, por lo tanto, la región nororiental de Michoacán, así como el caso del maíz de riego.

Se determinó enfocar el análisis en tres grandes grupos de temas de interés:

- **Suelos (nutrientes, sustrato, humedad)**

- **Planta**
- **Plagas, enfermedades y plantas** competidoras

Asimismo, el grupo solicitó incluir tres factores de cambio climático:

- **Incremento en la temperatura** media (0.5 a 1.5grados), considerado de alta certidumbre en su posibilidad de ocurrencia
- **Incremento en precipitación media** (-5 a +3%), de certidumbre media
- **Mayor variabilidad temporal y** espacial del ciclo hidrológico, de certidumbre alta

Análisis de impactos y evaluación del riesgo

A partir de la aplicación del método elegido, se generó la matriz de riesgos que se presenta en la Tabla 5.7. Destacan las siguientes conclusiones del grupo:

- **Se considera un riesgo** bajo asociado a factores como temperaturas mínimas más altas y ondas de calor más frecuentes
- **El grupo solicitó añadir** como factor de cambio climático la mayor variabilidad temporal y espacial del ciclo hidrológico, factor cuyas consecuencias ya se perciben y se considera el de mayor impacto por su influencia en la productividad
- **Los episodios de precipitación** más intensa generan un mayor daño en la pérdida de suelo, considerando los tipos de suelo de la zona, así como en la menor infiltración y en el daño físico a las plantas que puede facilitar el surgimiento de plagas y enfermedades
- **El rango de incremento** considerado para la temperatura media anual, considerando los promedios de la zona en análisis y el rango de rendimientos en que el cultivo de maíz de temporal se encuentra actualmente, se valoró en general como un factor benéfico del cambio climático; es decir, exceptuando algunas zonas con temperaturas mayores y rendimientos altos, los rendimientos tenderían a incrementarse en promedio
- **El grupo llamó la** atención sobre el hecho de que se necesita analizar la combinación de escenarios de precipitación y temperatura, ya que los efectos de las variaciones en alguno de estos factores está íntimamente relacionada con el contexto que marque el otro factor
- **Asimismo, se enfatizó en** el hecho de que la escala y precisión de los escenarios generados por los modelos de cambio climático no permiten definir con detalle el impacto en procesos que dependen del momento del ciclo en que se presentan las variaciones de temperatura o precipitación (por ejemplo, si los extremos ocurren en diferentes etapas del ciclo de vida de la planta); en general, se identifica que, al ser más resilientes, las plantas competidoras podrían constituir un problema de manejo que debe ser abordado en forma específica

Tabla 5.7: Matriz de impactos: Agricultura

Características del cambio climático	1. SUELO	2. PLANTA	3. PLAGAS, ENFERMEDADES Y PLANTAS COMPETIDORAS
Mayores temperaturas mínimas	- Leve incremento en actividad biótica (B)	- Alteraciones de la fisiología de la planta - Menos riesgos a heladas (B)	- Riesgo de aparición de nuevas plagas y enfermedades - Leve riesgo en la persistencia de plagas y enfermedades (B)
Mayores temperaturas máximas	- Mayor vulnerabilidad a la erosión eólica al reducirse la humedad y hacer mas volátil la superficie del suelo - Moderado incremento en actividad biótica - Mineralización de la materia orgánica- mayores emisiones a la atmosfera - Mayor propensión al agrietamiento, perdida de estructura, reducción de permeabilidad - En condiciones de estrés hídrico se incrementa la evaporación y disminuye el rendimiento (M)	- Riesgo de baja polinización si coincide con aumento de temperatura (M)	- Incremento en el riesgo de aparición de nuevas y existentes plagas y enfermedades - Desbalance en la dinámica de poblaciones y comunidades incluyendo invasoras (M-A)
Mayor intensidad de precipitación	- Mayor perdida de suelo por arrastre en áreas con pendientes mas pronunciadas - Menor infiltración, menos humedad disponible (A)	- Puede afectar polinizacion y floración - Riesgo de inundaciones - Riesgo de arrastre de planta en áreas con pendientes (B)	- El daño físico incrementa la vulnerabilidad de las plantas a las plagas y enfermedades - La presencia temporal de exceso de humedad puede generar surgimiento o crecimiento de plagas, enfermedades y de plantas competidoras (M)
Mayor evapotranspiración	- Mayor riesgo a la salinización (B)	- Riesgo de estrés y reducción de cosecha si no hay agua (A)	- Ningún efecto significativo (B)
Ondas de calor más frecuentes	- No significativo (B)	- Incrementa riesgo de mortalidad de plantas - Riesgo de baja polinización si coincide con aumento de temperatura (B)	- Posibles brotes de plagas, enfermedades y de plantas competidoras (B)
Incremento en la temperatura media (0.5 a 1.5grados)	- Moderado incremento en actividad biótica (M), (+)con buenas practicas - impactos en B1- mayor grado (M)	- Incrementa la productividad con disponibilidad de agua (+)	- Incrementa el surgimiento o crecimiento de plagas, enfermedades y de plantas competidoras (A)
Incremento en precipitación media (-5 a +3%)	- Incrementa disponibilidad de agua y en el rendimiento (+) - Retraso o impedimento de labores de labranza (A)	- Incremento de productividad (+)	- La presencia de exceso de humedad incrementa el surgimiento o crecimiento de plagas, enfermedades y de plantas competidoras (M)
Mayor variabilidad temporal y espacial del ciclo hidrológico	- En zonas con mal drenaje el exceso de lluvia genera perdidas (E)	- Se incrementa el riesgo de que el ciclo de desarrollo no se adapte (E)	- Aumenta rango de sobrevivencia y de distribución de plagas aun en altitudes mayores (A)

Para seleccionar las medidas de adaptación se partió de un listado genérico, el cual fue analizado tomando en cuenta los escenarios, los niveles de riesgo identificados y las características específicas del cultivo de maíz de temporal en el Bajío michoacano:

1. **Manejo adaptativo (manejo del** cultivo)
2. **Utilizar variedades que usen** eficientemente el agua (viables en condiciones de mayor estrés hídrico)
3. **Incrementar la rotación de** cultivos (leguminosas, pastura)
4. **Manejo de suelos**
5. **Manejo de fertilización (tipo,** tiempo, prácticas)
6. **Conservación de humedad con** materia orgánica
7. **Sistemas de alerta temprana**
8. **Intercalado de cultivos (multicultivos)**
9. **Modificar estrategias de plantación**
10. **Distribución de riesgos (selección** de cultivos, marketing)
11. **Intercambio y selección de** variedades
12. **Elección de variedades tolerantes** a mayor calor
13. **Elección de variedades tolerantes** a sequía
14. **Elección de variedades tolerantes** a plagas y enfermedades
15. **Manejo de plantas competidoras**
16. **Barreras rompevientos**
17. **Agroforestería/Silvopastoril**
18. **Investigación y desarrollo tecnológico**
19. **Asistencia técnica y capacitación**
20. **Reconversión productiva**

Análisis de vulnerabilidad

Con base en este listado se valoró la capacidad actual de adaptación en cada caso; correlacionándola a su vez con el nivel de riesgo evaluado, se determinaron las medidas de adaptación prioritarias, según se aprecia en la escala de colores de la siguiente tabla. Cabe señalar que, a petición de los especialistas del BM, se solicitó al grupo analizar las medidas de adaptación propuestas considerando dos nuevos escenarios, que aparecen en las primeras dos columnas de la tabla, de los cuales únicamente fueron añadidas por los participantes las medidas que aparecen en negrillas.

Tabla 5.8: Matriz de adaptación: Agricultura

Características del cambio climático	1. SUELOS	2. PLANTA	3. PLAGAS, ENFERMEDADES, PLANTAS COMPETIDORAS
Mayores temperaturas mínimas	Incrementar la rotación de cultivos (leguminosas, pastura)	Manejo adaptativo	Manejo de suelos
	Manejo de suelos	Sistemas de alerta temprana	Sistemas de alerta temprana
	Conservar humedad con materia orgánica	Intercalado de cultivos	Intercalado de cultivos
		Distribución de riesgos (selección de cultivos, marketing)	Mejora y selección de variedades
		Mejora y selección de variedades	Selección de var. tolerantes a plagas y enfermedades
		Barreras rompevientos	
Mayores temperaturas máximas	Incrementar rotación de cultivos (leguminosas, pastura)	Manejo adaptativo	Mejora y selección de variedades
	Manejo de suelos	Intercalado de cultivos	Selección de var. tolerantes a plagas y enfermedades
		Modificar estrategias de plantación	Incrementar rotación de cultivos (leguminosas, pastura)
	Conservación de humedad con materia orgánica	Mejora y selección de variedades	Intercalado de cultivos
	Modificar estrategias de plantación	Selección de var. tolerantes a mayor calor	Incrementar inversión en manejo de plantas competidoras
			Selección de var. tolerantes a mayor calor
			Selección de var. tolerantes a sequía
Mayor intensidad de precipitación	Manejo de suelos	Manejo de suelos	Maximizar cultivos que usen eficientemente el agua
	Barreras rompevientos	Conservación de humedad con materia orgánica	Manejo adaptativo
	Conservación de humedad con materia orgánica	Manejo adaptativo	Reconversión productiva
	Sistemas de alerta temprana	Sistemas de alerta temprana	Mejora y selección de variedades
	Agroforestería	Intercalado de cultivos	Incrementar inversión en manejo de plantas competidoras
	Reconversión productiva	Barreras rompevientos	Selección de var. tolerantes a plagas y enfermedades
		Reconversión productiva	Selección de var. tolerantes a mayor calor
		Mejora y selección de variedades	Selección de var. tolerantes a sequía
		Modificar estrategias de plantación	

Características del cambio climático	1. SUELOS	2. PLANTA	3. PLAGAS, ENFERMEDADES, PLANTAS COMPETIDORAS
Mayor evapotranspiración potencial	Manejo adaptativo	Manejo adaptativo	–
	Maximizar cultivos que usen eficientemente el agua	Maximizar cultivos que usen eficientemente el agua	
	Incrementar rotación de cultivos (leguminosas, pastura)	Conservación de humedad con materia orgánica	
	Manejo de suelos	Incrementar rotación de cultivos (leguminosas, pastura)	
	Manejo de fertilización (tipo, tiempo, prácticas)	Reconversión productiva	
	Conservación de humedad con materia orgánica	Manejo de suelos	
	Intercalado de cultivos	Manejo de fertilización (tipo, tiempo, prácticas)	
	Modificar estrategias de plantación	Intercalado de cultivos	
	Mejora y selección de variedades	Modificar estrategias de plantación	
	Agroforestería	Mejora y selección de variedades	
	Reconversión productiva	Selección de var. tolerantes a mayor calor	
		Selección de var. tolerantes a sequía	
Ondas de calor más frecuentes	–	Selección de var. tolerantes a mayor calor	Selección de var. tolerantes a mayor calor
		Selección de var. tolerantes a sequía	Incrementar inversión en manejo de plantas competidoras
		Mejora y selección de variedades	Manejo adaptativo
		Reconversión productiva	Sistemas de alerta temprana
		Manejo adaptativo	Manejo de fertilización (tipo, tiempo, prácticas)
		Conservación de humedad con materia orgánica	Incrementar rotación de cultivos (leguminosas, pastura)

Características del cambio climático	1. SUELOS	2. PLANTA	3. PLAGAS, ENFERMEDADES, PLANTAS COMPETIDORAS
Incremento en la temperatura media	Incrementar rotación de cultivos (leguminosas, pastura)	–	Manejo adaptativo
	Manejo de suelos		Incrementar rotación de cultivos (leguminosas, pastura)
	Barreras rompevientos		Manejo de suelos
	Conservación de humedad con materia orgánica		Sistemas de alerta temprana
	Modificar estrategias de plantación		Intercalado de cultivos
			Modificar estrategias de plantación
			Mejora y selección de variedades
			Selección de var. tolerantes a mayor calor
			Selección de var. tolerantes a sequía
			Selección de var. tolerantes a plagas y enfermedades
			Incrementar inversión en manejo de plantas competidoras
			Reconversión productiva
Incremento en precipitación media (-5 a +3%)	Manejo adaptativo	Manejo adaptativo	Manejo adaptativo
	Maximizar cultivos que usen eficientemente el agua		Incrementar rotación de cultivos (leguminosas, pastura)
	Incrementar rotación de cultivos (leguminosas, pastura)		Manejo de suelos
	Manejo de suelos		Sistemas de alerta temprana
	Conservación de humedad con materia orgánica		Intercalado de cultivos
	Modificar estrategias de plantación		Modificar estrategias de plantación
	Mejora y selección de variedades		Mejora y selección de variedades
	Reconversión productiva		Selección de var. tolerantes a mayor calor
	Barreras rompevientos		Selección de var. tolerantes a sequía
			Selección de var. tolerantes a plagas y enfermedades
			Incrementar inversión en manejo de plantas competidoras
			Reconversión productiva

Características del cambio climático	1. SUELOS	2. PLANTA	3. PLAGAS, ENFERMEDADES, PLANTAS COMPETIDORAS
Mayor variabilidad temporal y espacial del ciclo hidrológico	Incrementar rotación de cultivos (leguminosas, pastura)	Manejo adaptativo	Manejo adaptativo
	Manejo de suelos	Manejo de suelos	Incrementar rotación de cultivos (leguminosas, pastura)
	Barreras rompevientos	Modificar estrategias de plantación	Manejo de suelos
	Conservación de humedad con materia orgánica	Mejora y selección de variedades	Sistemas de alerta temprana
	Modificar estrategias de plantación	Selección de var. tolerantes a mayor calor	Intercalado de cultivos
		Reconversión productiva	Modificar estrategias de plantación
			Mejora y selección de variedades
			Selección de var. tolerantes a mayor calor
			Selección de var. tolerantes a sequía
			Selección de var. tolerantes a plagas y enfermedades
			Incrementar inversión en manejo de plantas competidoras
			Reconversión productiva

Alta vulnerabilidad

Media vulnerabilidad

Baja vulnerabilidad

Priorización de medidas

Finalmente se solicitó al grupo evaluar cada medida de adaptación de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Nivel de urgencia de** implementación, correspondiente a la identificación de medidas en las que se percibe una mayor vulnerabilidad en los cultivos de maíz de temporal de la región Bajío para enfrentar los escenarios más probables de cambio climático (derivado del ejercicio previo)
- **Costo relativo estimado, considerando** principalmente la implementación de las medidas por parte de la unidad productiva
- **El tiempo estimado para** implementar la medida a partir de su nivel de desarrollo actual
- **La efectividad para controlar** o adecuarse a los cambios posibles
- **Las condiciones institucionales, según** se perciban como adversas, adecuadas o propicias para la implantación de la medida (refiriéndose a la forma en que se operan los programas de asistencia técnica y financiera, la aceptación social, la viabilidad de cambiar costumbres establecidas, etc.)

La Tabla 5.9 presenta la tabla de calificaciones obtenida por consenso del grupo:

Tabla 5.9: Priorización de las medidas

Medida de adaptación propuesta	Nivel de urgencia de implementación (vulnerabilidad)	Costo	Tiempo de implementación	Efectividad (tiempo para obtener resultados)	Condiciones Institucionales
	(1 a 3)	(1,2,3) bajo/medio/alto	(1,2,3) corto/ mediano/ largo	(1,2,3) alto, medio, bajo	(3,2,1) adversas/ adecuadas/ propicias
Manejo adaptativo (manejo del cultivo)	3	1	1	3	2
Utilizar VARIEDADES que usen eficientemente el agua (viables en condiciones de mayor estrés hídrico)	2	1	1	3	2
Incrementar la rotación de cultivos (leguminosas, pastura)	3	2	2	2	3
Manejo de suelos	3	1	2	2	2
Manejo de fertilización (tipo, tiempo, prácticas)	3	1	2	2	2
Conservación de humedad con materia orgánica	3	2	2	1	2
Sistemas de alerta temprana	3	1	3	3	2
Intercalado de cultivos (multicultivos)	3	1	1	1	1
Modificar estrategias de plantación	3	1	2	1	2
Distribución de riesgos (selección de cultivos, marketing)	2	1	2	1	2
Intercambio y selección de variedades	2	1	2	1	2
Elección de var. tolerantes a mayor calor	2	1	2	1	2
Elección de var. tolerantes a sequía	2	1	2	1	2
Elección de var. tolerantes a plagas y enfermedades	2	1	2	1	2
Manejo de plantas competidoras	3	1	1	1	2
Barreras rompevientos	3	2	3	2	2
Agroforestería/Silvopastoril	3	2	3	2	2
Investigación y desarrollo tecnológico	2	1	1	1	3
Asistencia técnica y capacitación	3	1	1	1	3
Reconversión productiva	3	2	2	1	3

Considerando como criterios globales por una parte la necesidad de reducir la vulnerabilidad (de acuerdo con el resultado de la matriz de vulnerabilidad) y por otra la viabilidad general de las medidas (que consideraría de manera agregada los criterios de costo, tiempo de implementación, efectividad y condiciones del entorno institucional) se llegó a la matriz que se presenta en la Tabla _. El orden de viabilidad general se asimiló el conjunto de calificaciones a un vector de desempeño n-dimensional y obteniendo el tamaño o módulo mediante la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las calificaciones individuales. Este método se utilizó en forma exploratoria con el fin de analizar los resultados; de la discusión de los mismos proponemos que la jerarquización coincide con los planteamientos del grupo.

La Tabla 5.10 sintetiza el desempeño de las medidas de adaptación en función del grado de vulnerabilidad y su viabilidad general.

Tabla 5.10: Desempeño de las medidas de adaptación

Medida de adaptación	Viabilidad	Vulnerabilidad
Intercalado de cultivos (multicultivos)	1	3
Manejo de plantas competidoras	2	3
Distribución de riesgos (selección de cultivos, marketing)	3	2
Intercambio y selección de variedades	3	2
Elección de var. tolerantes a mayor calor	3	2
Elección de var. tolerantes a sequía	3	2
Elección de var. tolerantes a plagas y enfermedades	3	2
Modificar estrategias de plantación	3	3
Investigación y desarrollo tecnológico	4	2
Asistencia técnica y capacitación	4	3
Manejo de suelos	5	3
Manejo de fertilización (tipo, tiempo, prácticas)	5	3
Conservación de humedad con materia orgánica	5	3
Utilizar variedades que usen eficientemente el agua (viables en condiciones de mayor estrés hídrico)	6	2
Manejo adaptativo (manejo del cultivo)	6	3
Reconversión productiva	7	3
Incrementar la rotación de cultivos (leguminosas, pastura)	8	3
Barreras rompevientos	8	3
Agroforestería/Silvopastoril	8	3
Sistemas de alerta temprana	9	3

Durante la discusión se hicieron algunas observaciones, dada la dificultad de evaluar y priorizar propuestas en un alcance tan general:

- **El "manejo adaptativo" se** refiere a prácticas agrícolas o manejo de cultivos; depende estrechamente de mejorar los programas de asistencia técnica
- **Al hablar de "manejo** de fertilización", la mesa coincide en que debe continuarse trabajando en sustituir fertilizantes químicos por biofertilizantes, programa en el que Michoacán lleva un progreso notable; se requiere asimismo un mapeo de alcalinidad de los suelos para optimizar su aplicación, ligado a la implementación de la norma correspondiente
- **En el caso de** los sistemas de alerta temprana, se considera que en la medida que su costo se prorratee entre los diferentes cultivos y regiones del Estado, podría ser una medida de muy alto impacto positivo en el mediano plazo, siempre y cuando se maneje adecuadamente el registro de información en campo y la transmisión de información útil y oportuna para los productores en tiempo real
- **Se menciona que un** obstáculo importante para modificar las estrategias y prácticas de plantación (en uanto a variedades, espaciamiento, fertilización, etc.) es la influencia y los mecanismos de comercialización de las empresas productoras de semilla y fertilizantes, que propician que el productor privilegie la rentabilidad de corto plazo
- **En cuanto a la** distribución de riesgos, se señala que en Michoacán existe ya un avance en agricultura por contrato, pero se enfoca en maíz blanco y pudiera no ser tan relevante en zonas de temporal
- **En cuanto al manejo** de plantas competidoras, se enfatiza en la necesidad de privilegiar los apoyos para mano de obra y maquinaria, así como biofertilización, desanimando la utilización de herbicidas químicos

- **Aunque se reconoce que** el desarrollo de unidades agro-silvo-pastoriles pudiera ser limitado en el contexto de las parcelas en que se cultiva maíz de temporal, la mesa sugiere que se exploren alternativas, como cercas vivas con especies productivas y cultivos dendroenergéticos

- **En cuanto a la** investigación y desarrollo tecnológico, se considera de alto impacto y bajo costo en tanto la investigación de punta se desarrolle en centros nacionales como el CIMMyT; es necesario ampliar y apoyar la transferencia tecnológica y capacitación en campo

- **La reconversión productiva es** un concepto muy amplio, que puede abarcar desde el cambio total de actividad (por ejemplo, desarrollo de acuicultura de bagre), cambio de cultivo (por ejemplo, agave tequilero) o de sector; existen barreras culturales y un costo de corto plazo para el productor, que debe adoptar nuevos conocimientos, ingresar a nuevos mercados y enfrentar quizás mayor incertidumbre; se indica, por ejemplo, la importancia del maíz criollo como sustento de la cultura culinaria regional

A partir de lo anterior, pueden hacerse los siguientes comentarios generales:

- **La variabilidad climática puede** generar, debido a la mayor resiliencia de las plantas competidoras, una disminución en la productividad asociada a la proliferación de estas últimas; aunque en el grupo se consideró que la siembra diversificada en los cultivos enfrenta resistencias culturales, debido por ejemplo a la pulverización de la propiedad agrupada en ejidos, pareciera ser una estrategia fácil de implementar que podría mejorar la capacidad de adaptación frente a la incertidumbre climática y, en cierta medida, contra la emergencia de más plagas y enfermedades

- **Un segundo bloque de** medidas de adaptación se refiere a distintos tipos de selección de variedades resistentes a las nuevas condiciones; es una práctica que ya existe en gran medida en la zona y puede mejorar si se implementan acciones de apoyo técnico, relativamente simples y rápidas de implantar

- **Un tercer bloque de** medidas requiere un esfuerzo más organizado de asistencia técnica y transferencia de tecnología; medidas como el cambio en estrategias de plantación (selección de cultivos, fechas de siembra, combinación de variedades, espaciamiento de las plantas, control de plantas competidoras), el manejo de suelos, la labranza de conservación y la correcta selección y aplicación de fertilizantes, en particular los biofertilizantes, pueden ser implementadas junto con un esfuerzo integral de apoyo a la investigación básica de campo y transferencia de tecnologías existentes.

- **El desarrollo de nuevas** variedades se consideró por parte del grupo como una actividad que requiere de importantes recursos y en la cual Michoacán puede beneficiarse de investigaciones de punta que se llevan a cabo en instituciones de investigación como el CIMMyT

- **Un último bloque de** medidas, si bien estarían enfocadas a resolver niveles altos de vulnerabilidad, presentan condiciones menos propicias para su desarrollo en el corto plazo; algunas enfrentan inercias culturales o requieren establecer mayores capacidades técnicas y de organización entre los productores, o bien necesitan de tiempo para que las inversiones cristalicen (como sería el caso de las barreras rompevientos o las unidades agro-silvo-pastoriles)

- **Cabe señalar que existe** un consenso en la conveniencia de contar con sistemas de alerta temprana y, en general, de la aplicación de la tecnología que pudiera apoyar a los productores frente a la variabilidad creciente del clima; sin embargo, el rezago en esta materia y lo complejo del entorno institucional la ubican entre las menos factibles, lo cual para el grupo pudiera matizarse si la zona maicera del Bajío michoacano fuera beneficiaria parcial de un programa de alcance regional o estatal dirigido a actualizar la red de estaciones climatológicas y, sobre todo, a generar redes que lleven información relevante a los ámbitos de los municipios, distritos de desarrollo rural o unidades productivas, en forma oportuna y eficaz; es decir, si el Estado asumiera la tarea de actualizar las redes y generar mecanismos eficaces de información, esta medida tendría impactos muy positivos, en tanto la variación espacio-temporal de la precipitación, se considera como la principal amenaza para este cultivo derivada del cambio climático, por encima de las variaciones de temperatura y precipitación

medias o máximas, las cuales bajo ciertos escenarios pueden ser en general benéficas para el cultivo de maíz de temporal

5.3.2 Mesa de trabajo agua

Se definió el ámbito del análisis como el Territorio del Estado de Michoacán, si bien para fines del manejo del agua se consideraron las porciones de las cuencas de los ríos Balsas y Lerma que se encuentran en ese Estado.

Acudieron al taller expertos en agua y también expertos del Sector salud; estos últimos por el interés de participar en el ejercicio y para conocer la metodología con el fin de llevar a cabo ejercicios similares con sus homólogos. Los integrantes de la mesa acordaron que se incluyeran en los temas por analizar conceptos relacionados con agua y salud por lo que los temas analizados fueron:

- **Cantidad de agua**
- **Calidad de agua**
- **Infraestructura para agua**
- **Ecosistemas**
- **Salud**

Asimismo, el grupo solicitó incluir una característica climática adicional a las definidas por el Dr. Magaña, la razón para esta nueva variable surgió del interés en analizar el comportamiento de los aprovechamientos de agua sobre una base anual:

- **Incremento en precipitación media** (-5 a +3%), de certidumbre media

Análisis de impactos y evaluación del riesgo

A partir de la aplicación del método elegido, se generó la matriz de riesgos que se presenta en la Tabla 5.11. Destacan las siguientes conclusiones del grupo:

- **Los impactos por incremento** de la temperatura son motivo de mayor preocupación porque los pronósticos de ese factor climático indican que pueden suceder con una alta probabilidad.
- **Los impactos probables en** la disponibilidad del agua generados por incremento en la evaporación indican disminución en la disponibilidad de agua que se almacena en los cuerpos superficiales,.
- **Se prevé que las** mayores temperaturas pueden generar incrementos en la demanda de agua subterránea, lo que en el caso particular de la cuenca del Lerma generaría mayor presión sobre los acuíferos que ya se encuentran sobrexplotados.
- **La mayor intensidad en** la precipitación es una amenaza para las zonas bajas vulnerables a inundaciones
- **La calidad del agua** se deteriorará por efecto del incremento de la temperatura, que disminuye el Oxígeno Disuelto y favorece la proliferación de patógenos.
- **En Salud, se prevén** enfermedades derivadas de vectores y gastrointestinales
- **Los ecosistemas son muy** sensibles al cambio de temperaturas, por lo que se prevén impactos en la biodiversidad
- **Un aspecto importante comentado** por el Grupo es el de los incendio forestales que se incrementarán por efecto del aumento de la temperatura.

Tabla 5.11: Matriz de impactos para los temas relacionados con agua

Características del cambio climático	Cantidad (1)	Calidad (2)	Infraestructura (3)	Salud (4)	Ecosistemas (5)
Mayores temperaturas Mínimas	· Aumenta la evapotranspiración · Aumenta uso. · Aumenta demanda.	· Aumenta la descomposición. · Aumenta el DBO. · Deterioro en la calidad del agua		· Necesidad de inversión · Aumento en la dispersión de contaminantes atmosféricos · Disminuye problemas de enfermedades relacionadas con el frio · Aumentan problemas por plagas	· Afectación a la biodiversidad · Cambios en las rutas migratorias · Impacto negativo en la biodiversidad por reducción en áreas de desove y cambios en la polinización.
Mayores temperaturas Máximas	disminución de la disponibilidad de agua aumenta la evapotranspiración aumenta el uso	· Aumenta los problemas de eutroficación · Cambios en la presencia de tóxicos · Disminución de OD		· Aumento en las enfermedades por vector y Gastrointestinales · Incremento del stress por altas temperaturas (choque de calor)	· Incendios forestales en aumento · Afectación a la biodiversidad · Cambios en las rutas migratorias
Mayor intensidad de precipitación	· Incremento de inundaciones · Aumento de riesgo por deslaves · Cultivos siniestrados · Cambio en las tasas de recarga natural · Mayor erosión	· Aumento de escurrimientos contaminados ·Modificación del proceso natural de infiltración ·Mayor sedimentación	· Riesgos de seguridad por falta de capacidad · Decremento de la capacidad de los almacenamientos · Más complicado el tratamiento de agua por turbidez de aguas superficiales. · Las plantas de tratamiento no soportan grandes flujos · Pérdidas económicas por daños a la infraestructura y servicios	· Politraumatismos y asfixias por deslaves e inundaciones · Aumento de infecciones intestinales, dermatológicas y de transmisión de infecciones por vectores (dengue, paludismo, etc)	· Impactos a la biodiversidad , · Más estrés sobre plantas y animales · Inundaciones y azolvamientos pueden causar cambios en el funcionamiento de los ecosistemas
Mayor Evaporación y evapotranspiración	· Pérdida de agua almacenada · Incremento en la demanda de agua, principalmente para la agricultura · Incremento de conflictos entre usos y usuarios	· Mayor concentración de contaminantes	· Cambio potencial en el tipo de infraestructura requerida	· Incremento en alérgenos que aumenta la frecuencia de asma-bronquial	· Cambios en los ecosistemas acuáticos, especialmente en lagos · Menos agua para los animales · Mayor estrés para las plantas · Impactos en la biodiversidad por cambios en la calidad del agua

Características del cambio climático	Cantidad (1)	Calidad (2)	Infraestructura (3)	Salud (4)	Ecosistemas (5)
Ondas de calor más frecuentes	· Incremento en el uso del agua.	· Proliferación de agentes patóge-nos y malezas		· Incremento en la frecuencia de esporas de bac-terias y hongos que aumentan la frecuencia de infecciones respiratorias de la piel y conjuntivitis	· Incremento en la fragmentación del bosque por migración a áreas menos calurosas y más aptas a la producción agrícola
Precipitación Media	· Disminución en la disponibilidad de agua	· Disminución en la calidad	· La infraes-tructura actual no provee los servicios para los que fue diseñada.	· Continua la presencia de enfermedades diarreicas	· Mayor stress

Propuestas de medidas de adaptación

Las medidas de adaptación se definieron por el grupo para cada celda correspondiente en la matriz de impactos. Posteriormente se calificaron en función de su grado de vulnerabilidad para lo que utilizó una escala de colores, como se muestra en la Tabla 5.12

La siguiente tabla presenta la tabla de calificaciones obtenida por consenso del grupo:

El color rojo intenso reprensenta las medidas en la que se advierte mayor vulnerabilidad. Las de color m´s claro son ls que tiene un menor grado de vulnerabilidad.

Tabla 5.12: Matriz de adaptación para los temas relacionados con el agua

Características del cambio climático	Cantidad	Calidad	Infraestructura	Salud	Ecosistemas
Mayores temperaturas Mínimas	· Tecnología de riego · Reconversión de cultivos · Medidas de uso eficiente del agua	· Mejora en el tratamiento de aguas		· Emitir alertas sanitarias.	· Estudios para determinar el grado de afectación a la biodiversidad como base para la formulación de planes de conservación y manejo.
Mayores temperaturas Máximas	· Mejor información y comunicación. · Tecnología de riego · Reconversión de cultivos. · Medidas de uso eficiente del agua. · Mecanismo de ajuste a los derechos de agua existentes.	· Manejo eficiente de agroquímicos. · Mejor manejo de aguas negras y pluviales.		· Costeo de cada uno de los padecimientos asociados al cambio climático. · Elaboración de guías clínicas. · Mejor información y comunicación.	· Monitoreo de control de plagas. · Eliminar la práctica de quemas agrícolas. · Reforzar control de incendios. · Fortalecer la conservación de las áreas naturales protegidas.
Mayor intensidad de precipitación	· Desarrollo de sistemas preventivos. · Regulación de asentamientos en zonas de riesgo. · Disposición adecuada de residuos sólidos. · Aseguramiento de la infraestructura.	· Reforestación de cuencas altas. · Ordenamiento territorial. · Normas que propicien la retención e infiltración de agua.	· Revisión de las capacidades de control de la infraestructura existente. · Propiciar el uso múltiple de las presas. · Revisar reglas de operación para el manejo de infraestructura.	· Establecer sistemas de alerta y acción en coordinación con la población y autoridades locales. · Organizar los servicios de salud para otorgar una respuesta inmediata en los diferentes niveles de atención en los planes de prevención y manejo de estos eventos.	· Privilegiar la conservación de los ecosistemas que ayuden a disminuir el impacto de inundaciones (humedales y manglares).
Mayor Evaporación y evapotranspiración	· Tecnologías para disminuir las pérdidas por evaporación. · Mecanismos de gestión para una asignación más eficiente (regulación, precios, reducción de subsidios)	· Mejora en el tratamiento de aguas.	· Técnicas eficientes en el uso del agua.	· Alertas sanitarias sobre los alérgenos presentes en las regiones. · Aplicación de vacunas para desensibilizarlos. · Guías clínicas de manejo en el asma bronquial.	· Revisar e implementar la normatividad relativa a la determinación de flujos ambientales.
Ondas de calor más frecuentes		·	·	· Comunicación para evitar exponerse a las ondas de calor. · Hidratación oral. · Vacunas para prevenir el tétanos. · Tratamiento específico de las micosis.	·
Precipitación Media	· Uso eficiente del agua en todos los sectores para reducir el consumo neto. · Re-uso de aguas residuales tratadas. · Revisar los escenarios de oferta de balance.	· Uso racional de agroquímicos. · Tratamiento de aguas residuales.	· Reglas de operación. · Maximizar la eficiencia de la infraestructura y construir la que sea necesaria.	· Manejo adecuado de las enfermedades diarreicas.	· Estudios de vulnerabilidad. · Monitoreo de las poblaciones.

Finalmente se solicitó al grupo evaluar cada medida de adaptación de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Grado de rezago identificado** por el Grupo de Trabajo,
- **Nivel de urgencia de** implementación
- **Costo relativo estimado**
- **El tiempo estimado para** implementar la medida a partir de su nivel de desarrollo actual
- **La efectividad para controlar** o adecuarse a los cambios posibles
- **Las condiciones institucionales, según** se perciban como adversas, adecuadas o propicias para la implantación de la medida (refiriéndose a la forma en que se operan los programas de asistencia técnica y financiera, la aceptación social, la viabilidad de cambiar costumbres establecidas, etc.).

La Tabla 5.13 permite tener una idea de las dificultades que representa la implementación de las medidas, bien por costos o por razones institucionales; de cualquier manera dan una orientación acerca de las áreas en las que se deben dedicar esfuerzos en el futuro.

Considerando como criterios globales por una parte la necesidad de reducir la vulnerabilidad (de acuerdo con el resultado de la matriz de vulnerabilidad) y por otra la viabilidad general de las medidas (que consideraría de manera agregada los criterios de costo, tiempo de implementación, efectividad y condiciones del entorno institucional) se llegó a la matriz que se presenta en la Tabla 5.14. El orden de viabilidad general se asimiló el conjunto de calificaciones a un vector de desempeño n-dimensional y obteniendo el tamaño o módulo mediante la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las calificaciones individuales. Este método se utilizó en forma exploratoria con el fin de analizar los resultados; de la discusión de los mismos proponemos que la jerarquización coincide con los planteamientos del grupo.

La Tabla 5.14 sintetiza el desempeño de las medidas de adaptación en función del grado de vulnerabilidad y su viabilidad general.

Tabla 5.13: Priorización de medidas de adaptación en agua

	Grado de rezago actual (preparación) (bajo, medio, alto)	Nivel de urgencia de implementación (bajo, medio, alto)	Costos (bajo, medio, allto)	Efectividad (baja, media, alta)	Tiempo de implementación (corto, mediano, largo)	Condiciones institucionales (fácil/ medio/ complicado)	Notas
Mejor información y comunicación.	3	3	1	1	1	2	
Tecnología de riego	3	2	3	3	2	3	
Reconversión de cultivos.	3	1	2	2	3	3	
Medidas de uso eficiente del agua.	3	3	2	3	1	2	
Ajuste a los derechos de agua existentes.	3	2	3	3	1	3	
Manejo eficiente de agroquímicos.	3	2	1	2	2	2	
Costeo de cada uno de los padecimientos asociados al cambio climático.	3	3	1	2*	1	2	*Base para la planeación de medidas y atender padecimientos.
Elaboración de guías clínicas.	3	3	1	2	1	1	
Manejo integral de plagas.	3	2	1	3	1	1	
Eliminar la práctica de quemas agrícolas.	3	3	1	3	2	3	
Reforzar control de incendios.	3	3	2	2	2	2	
Fortalecer la conservación de las áreas naturales protegidas	3	2	2	2	2	2	
Sistemas preventivos.	1	3	1	3*	2	1	*En términos de vidas
Regulación de asentamientos en zonas de riesgo.	3	3	3	3*	3	3	*En términos de daños
Disposición adecuada de residuos sólidos.	3	2	2	2	3	3	
Aseguramiento de la infraestructura.	3	1	1	2	1	2	
Organizar los servicios de salud para otorgar una respuesta inmediata en los diferentes niveles de atención en los planes de prevención y manejo de estos eventos.	2	2	1	2	1	2	
Tecnologías para disminuir las pérdidas por evaporación.	1	1	2	2	2	2	
Alertas sanitarias sobre los alérgenos presentes en las regiones.	2	1	1	3	1	1	
Aplicación de vacunas para desensibilizarlos.	2	1	3	2	2	2	
Guías clínicas de manejo en el asma bronquial.	2	1	1	3	1	1	
Revisar e implementar la normatividad para determinar flujos ambientales.	2	1	1	2	2	2	
Re-uso de aguas residuales tratadas.	3	3	3	3	2	2	
Revisar los escenarios de balance.	2	1	1	1	1	1	

Tabla 5.14: Desempeño de las medidas de adaptación: Agua

	Nivel de urgencia de implementación	Viabilidad
Revisar los escenarios de balance.	1	1
Mejor información y comunicación.	3	2
Elaboración de guías clínicas.	3	2
Costeo de cada uno de los padecimientos asociados al cambio climático.	3	3
Aseguramiento de la infraestructura.	1	3
Organizar los servicios de salud para dar respuesta inmediata en los diferentes niveles de atención en los planes de prevención y manejo de estos eventos.	2	3
Manejo integral de plagas.	2	3
Alertas sanitarias sobre los alérgenos presentes en las regiones.	1	3
Guías clínicas de manejo en el asma bronquial.	1	3
Manejo eficiente de agroquímicos.	2	4
Revisar e implementar la normatividad relativa a la determinación de flujos ambientales.	1	4
Sistemas preventivos.	3	4
Reforzar control de incendios.	3	4
Fortalecer la conservación de las áreas naturales protegidas	2	4
Tecnologías para disminuir las pérdidas por evaporación.	1	4
Medidas de uso eficiente del agua.	3	5
Aplicación de vacunas para desensibilizarlos.	1	6
Eliminar la práctica de quemas agrícolas.	3	6
Reconversión de cultivos.	1	7
Disposición adecuada de residuos sólidos.	2	7
Re-uso de aguas residuales tratadas.	3	7
Ajuste a los derechos de agua existentes.	2	7
Tecnología de riego	2	8
Regulación de asentamientos en zonas de riesgo.	3	8

Orientaciones generales

En general, los grupos de trabajo destacaron la necesidad de hacer un análisis comparativo del resultado del presente ejercicio, dado su carácter generalista y de gran visión, con los programas que la actual administración del Gobierno del Estado de Michoacán ha estado desarrollando, con objeto de no generar propuestas que dupliquen u omitan acciones con un buen nivel de implementación.

Tomando en cuenta lo anterior, se dan únicamente orientaciones generales en materia del tipo de acciones que deberían ser abordadas o reforzadas en el corto plazo, los estudios y proyectos que deben desarrollarse para ser implementados en el horizonte 2012-2020 y los sistemas de información y monitoreo que deben ser implementados para mejorar los elementos de decisión con miras a una mejor adaptación para el largo plazo.

6.1 Programa de acciones prioritarias en sectores piloto (2010-2012)

6.1.1 Agricultura (Maíz de temporal – región Bajío michoacano)

Actualmente, el Gobierno del Estado de Michoacán desarrolla programas en apoyo a las actividades agropecuarias, entre otros, en los siguientes rubros que pueden tener relación con las recomendaciones del taller y que sería necesario adecuar y reforzar en el corto plazo[9]:

- **Fortalecimiento de la Organización** Rural en Regiones Marginadas: apoyos para la constitución legal y desarrollo de proyectos productivos autónomos a productores en situación de pobreza y pobreza extrema
- **Seguridad Alimentaria: Fomento a** la Agricultura Familiar "SUSTENTA": apoyos para el desarrollo de proyectos de autoconsumo, como huertos orgánicos, pie de cría de pollo y ecotecnias
- **Uso Sustentable de Recursos** Naturales: apoyos para el establecimiento de cultivos acordes al potencial productivo regional, incluyendo reconversión a perennes, en municipios clasificados en grado de deterioro, sobrexplotación o escasez; se sugiere incluir clasificación por vulnerabilidad climática
- **Capacitación: desarrollo de capacidades** para la producción, conocimiento de la normativa y transferencia tecnológica; existe una amplia oferta en el Programa Estatal de Capacitación Rural Integral
- **Asistencia Técnica Gratuita y** de Calidad: apoyo técnico interdisciplinario mediante grupos de trabajo formados por profesionistas y productores (técnicos especialistas promotores), con base en un modelo específicamente desarrollado para el cultivo de maíz de temporal, si no se cuenta con uno actualmente
- **Soporte: apoyos financieros, capacitación** y asesoría para proyectos productivos
- **Soporte (Convenio SAGARPA- Estado):** dirigido a los aspectos de sanidad e inocuidad para la comercialización de productos, en el caso del maíz de temporal podría apoyar en el control de plagas y enfermedades, así como en la aplicación de buenas prácticas agrícolas específicamente desarrolladas para el caso
- **Regulación del comportamiento del** mercado primario de granos básicos: aunque se dirige a la compra de excedentes de producción principalmente de granos en zonas de riego, podría instrumentarse un mecanismo que permita compensar las pérdidas en zonas de temporal
- **Articulación y competitividad de** las cadenas productivas: podría apoyar las estrategias de reconversión productiva, multicultivos y rotación, una de cuyas barreras identificadas es la comercialización de los productos

Por su parte, la SUMA desarrolla algunos programas que pudieran apoyar la reducción de la vulnerabilidad de la zona estudiada[10]:

- **Restauración de suelos: obras** de conservación, dirigido a suelos forestales, que podría aplicarse en zonas identificadas
- **Programa estatal de reforestación:** el grupo sugirió desarrollar una variante orientada a promover barreras rompevientos, eventualmente ligadas a procesos de diversificación o reconversión productiva al menos parcial

9 http://www.michoacan.gob.mx/Table/Programas_Campo/
10 http://www.michoacan.gob.mx/Table/Programas_Medio_Ambiente/

Finalmente, aunque se considera un programa sujeto a dificultades institucionales, el desarrollo de mecanismos de alerta temprana y, en general, de uso eficaz de la información climatológica en apoyo a los productores agrícolas, se considera como una acción de adaptación con un impacto potencial especialmente positivo, siempre y cuando se vincule con la labor de los técnicos y productores de manera que reciban información pertinente y oportuna, incluso en materia de asesoría para gestionar adecuadamente el aseguramiento de sus cosechas.

En síntesis, se sugiere hacer una revisión detallada de los programas en curso y su relación actual o potencial con el sistema producto del maíz de temporal, con objeto de reforzar:

- **En el corto plazo,** aquéllos que permitan llevar una asistencia técnica eficaz en materia de selección de variedades más resilientes, mejora de prácticas frente a la variabilidad climática, transmisión oportuna de información climática, uso de biofertilizantes y ecotecnias.

- **En un segundo término,** diseñar programas específicos que faciliten la adopción de medidas de mayor complejidad de implementación, como las relativas a rotación de cultivos, multicultivos, barreras rompevientos, sistemas agro-silvo-pastoriles y diversificación o reconversión productiva.

- **El desarrollo de mejores** sistemas de alerta es una medida que rebasa el ámbito exclusivo del sistema producto analizado, pero se considera de importancia capital para toda la agricultura del Estado.

6.1.2 Agua

Existe para el estado de Michoacán el Programa Hídrico Visión 2030 del Estado de Michoacán de Ocampo, en el que se plantean escenarios de manejo del agua de corto, mediano y largo plazos. A partir de dichos escenarios se consideran objetivos y metas dentro de un horizonte de planeación al 2030; se plantean ahí mismo interacciones entre las acciones de la CONAGUA en materia de recursos hídricos con acciones que corresponden a otras dependencias gubernamentales y que se relacionan con el manejo del agua y los recursos naturales asociados. Estos escenarios no contemplan explícitamente los posibles impactos asociados al cambio climático, por lo que que los resultados del Taller serán de gran utilidad para reevaluar los escenarios ya planteados, pero ahora en términos de los impactos del cambio climático sobre la disponibilidad del recurso hídricos y la calidad del mismo. Asimismo, las opiniones de los participantes en el Taller refuerzan la prioridad que el mismo Programa Hídrico 2030 otorga a algunas medidas de adaptación, sin que hayan sido consideradas como tales.

En el corto plazo (2010-2012), la CONAGUA lleva a cabo estrategias específicas alrededor de ocho objetivos, uno de los cuales (objetivo 7 Evaluar los efectos del cambio climático en el ciclo hidrológico) contempla dos medidas específicas: (i) Estudio que determine la disminución de la oferta de agua en las cuencas y acuíferos del estado y las principales zonas afectadas, y (ii) Mantener actualizada la captura y procesamiento de la información de las redes climatológica e hidrométrica del estado. Ambas acciones serán determinantes para la **construcción de nuevos escenarios** sobre disponibilidad y balance hídrico en las distintas cuencas y acíferos del estado de Michoacán. Lo anterior es congruente con el énfasis señalado a contar con **mejor información y comunicación** hacia la población en general y a los sectores que serán más afectados en particular.

Entre las medidas de adaptación que señalaron los participantes en el Taller por su carácter de urgente y su efectividad para enfrentar los impactos del cambio climático se ubican:

- **Medidas de uso eficiente** del agua. Bajo este rubro estarían comprendidas distintas medidas que hoy se llevan a cabo para mejorar las eficiencias de uso en los sistemas de riego (distritos y unidades de riego), así como las que se orientan a mejorar las eficiencias físicas de los sistemas de agua potable en la entidad. Dentro del sector agrícola se plantea modernizar[11] la mayor parte de las áreas najo riego en el estado. En el caso de los sistemas de agua potable, se llevan a cabo programas específicos para

11 Los proyectos de modernización contemplan acciones integrales que van, desde la rehabilitación de la infraestructura existente, hasta la tecnificación del riego y la definición de patrones de cultivo conforme a la disponibilidad real de agua, la vocación del suelo, la calidad del agua disponible y las expectativas de mercado.

incrementar el nivel de eficiencia global promedio de los organismos operadores en localidades de más de 20 mil habitantes, así como para mejorar la calidad del agua suministrada, lo cual tendría un impacto importante en la salud de las personas.

- **Reuso de aguas residuales** tratadas. Seguramente, hoy día, la mayor parte de las aguas residuales que se generan en los centros urbanos de mayor entidad son utilizadas directa o indirectamente para riego, sin ningún tipo de control. Se ha planteado que al 2012, el 60% de las aguas residuales generadas en los centros urbanos sea tratada para cumplir así con la normatividad vigente, con lo cual se benefician los ecosistemas acuáticos. Como valor agregado y en línea con la adaptación al cambio climático, se plantea impulsar el riego con aguas residuales tratadas, lo cual, además de los impactos en la salud de productores y consumidores, permitiría establecer esquemas de intercambio de uso de aguas tratadas por aguas de primer uso.

- **Mecanismos para adecuar y** flexibilizar los derechos de agua. En el Taller se comentó sobre los efectos ocasionados por el cambio climático sobre los derechos de agua vigentes, no sólo por la posible disminución de la disponibilidad de agua, sino también por incrementos en la demanda como resultado de incrementos en la evapotranspiración o por mayores temperaturas en las ciudades. La situación será más compleja en aquéllas cuencas y acuíferos que hoy presentan fuertes presiones sobre el recurso hídrico. Actualmente, la CONAGUA contempla entre sus acciones de corto plazo medidas para perfeccionar sus sistemas de registro y el reforzamiento de sus instrumentos de comando y control, así como los orientados a impulsar el funcionamiento de mercados regulados de agua.

- **Reducción de la demanda.** Además de los ahorros que resultarían de mayores eficiencias de uso, en el Taller se comentó la importancia de impulsar los procesos de reconversión de cultivos, sin dejar las dificultades de esta medida por sus implicaciones sociales y económicas. En el caso de los almacenamientos, se mencionó como medida de adaptación la implementación de tecnologías para reducir la evaporación.

- **Calidad del agua. Se** enfatizó la necesidad de abordar en el corto plazo dos medidas: (i) la regulación necesaria para hacer un uso eficiente y ecológico de los agroquímicos, que en ocasiones tienen mayor impacto sobre la calidad del agua que las descragas puntuales, y (ii) el control de desechos sólidos que permita avanzar efectivamente en el saneamiento de cauces y cuerpos de agua.

Uno de los impactos más importantes que se asocian al cambio climático se refiere al posible incremento en la intensidad y frecuencia de los fenómenos hidrometeorológicos extremos. En el caso de las inundaciones que pudieran ser más intensas y dañinas, en el taller se priorizaron dos acciones:

- **Regulación de asentamientos en** zonas de riesgo. Se convino en que una buena parte de los daños ocasionados por inundaciones se relaciona con la forma en que se desarrollan núcleos de población en zonas de alto riesgo, llegando incluso a invadir las zonas federales de los ríos y cuerpos de agua de propiedad nacional. En este caso, la regulación de estos asentamientos involucra a los tres ámbitos de gobierno y requiere de ordenamientos que sean aplicables.

- **Aseguramiento de la infraestructura.** Además de los daños a los centros de población y áreas productivas, la mayor intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos extremos afectará o podrá afectar no sólo a la infraestructura física de ciudades y zonas agrícolas, sino también a la infraestructura hidráulica. Uno de las medidas de adaptación que surgió en el Taller se refiere a la instrumentación de esquemas de aseguramiento que permitirían reducir o complementar los recursos financieros crecientes destinados los procesos de recosntrucción.

Además de las medidas de adapatación antes señaladas, que contribuirían a fortalecer la resiliencia de los sistemas hidrológicos y humanos asociados al aprovechamiento de los recursos hídricos, en el Taller se identificaron además medidas de adaptación que permitirían también fortalecer la resiliencia de los ecosistemas acuáticos.

- **Flujos ambientales. La emisión** de la Norma Oficial Mexicana para la determinación del caudal ecológico (flujos ambientales), constituirá una de las medidas más importantes para garantizar la protección de los ecosistemas que prestan servicios ambientales importantes.

- **Incendios forestales. Frente a** la amenaza que significarán los posibles incrementos en la temperatura, se identificaron algunas medidas de adaptación de corto plazo: (i) Reforzar control de incendios, y (ii) Eliminar la práctica de quemas agrícolas.

- **Protección de ecosistemas. Además** de los flujos ambientales, se reconoció la importancia de: (i) el manejo integral de plagas, como un medio para disminuir la desforestación de las cuencas alimentadoras, (ii) la eliminación de la práctica de quemas agrícolas, y (iii) el fortalecimiento de las acciones encaminadas a la conservación de las áreas naturales protegidas

Finalmente respecto de la interrelación agua-salud, en el Taller se identificó una serie de medidas de adaptación que en corto plazo permitirían fortalecer las capacidades del sector salud en el estado de Michoacán para atender con eficiencia y eficacia los impactos asociados al cambio climático: (i) Organizar los servicios de salud para dar respuesta inmediata en los diferentes niveles de atención que se contemplan en los planes de prevención y manejo de los eventos, (ii) Fortalecer los sistemas preventivos existentes mediante la implmentación de guías clínicas de manejo en el asma bronquial; aplicación de vacunas para desensibilizar a la población, y intensificar las alertas sanitarias sobre los alérgenos presentes en las distintas regiones del estado.

6.2 Bases para un Programa Estratégico 2012-2030

La mayoría, de las medidas de adaptación que se han planteado en el apartado anterior como de corto plazo, en realidad se extenderán en el mediano y largo plazos. Se definieron de corto plazo, en el sentido de que algunas de ellas debieran iniciarse dentro del período 2010-2012, para lo cual sería necesario, en algunos casos, iniciar los estudios necesarios y concretar los planteamientos para su inicio. En otros casos, como por ejemplo los programas específicos planteados en el Programa Hídrico Visión 2030 o en los programas que se mencionan en torno a la agricultura del maíz, los programas y presupuestos asignados están determinados en el marco de la programación y presupuestación sexenal de la Administración Federal y la correspondiente a la actual Administración Estatal.

La utilidad de los señalamientos vertidos en el Taller radica en haber señalado su relevancia dentro de un proceso de mayor alcance y horizonte temporal asociado a la capacidad de adaptación que requiere el estado de Michoacán. Este sentido, sería conveniente analizar el diseño actual de los distintos programas o medidas para determinar posibles modificaciones o adecuaciones que las ubiquen dentro de una perspectiva de largo plazo. En el caso del agua el Programa Hídrico Visión 2030, como se señaló, no incorpora explícitamente los posibles impactos del cambio climático por lo que los escenarios planteados podrían conducir a posiciones generalmente optimistas. Consecuentemente, es altamente recomendable revisar dichos escenarios, incorporando ahora las variables que serán determinantes para estimar posibles cambios en la disponibilidad del recurso hídrico y en la posible modificación de las demandas.

6.3 Adecuaciones institucionales

En la mayor parte de las medidas de adaptación identificadas los participantes identificaron distintas limitaciones institucionales para la implementación de las mismas. Desde una capacidad institucional limitada (recurso humanos, técnicos y financeros) y limitaciones impuestas por la normatividad vigente, hasta dificultades derivadas de los arreglos institucionales, especialmente la que se asocia a la necesidad de una actuación coordinada de los tres ámbitos de gobierno y la que es necesario establecer entre las instituciones del estado de Michoacán.

Lo anterior sugiere la necesidad de realizar un análisis de los arreglos institucionales actuales desde la perspectiva de adaptación al cambio climático. Dados los tiempos políticos actuales este análisis sería por demás oportuno.

6.4 Financiamiento

La instrumentación de una estrategia de adaptación al cambio climático para el estado de Michoacán requerirá de un esfuerzo sostenido que trasciende los períodos administrativos. En general, los instrumentos de financiamiento que ha instituido el Gobierno Federal para "federalizar" sus presupuestos podrían analizarse desde la perspectiva de cambio climático, con objeto de asignar una prioridad especial a los programas y medidas que favorezcan la adaptación al cambio climático. Por otro lado, además de los recursos fiscales, la prioridad que se de a las medidas de adpatación podría reflejarse en incentivos que favorezcan la participación del sector privado, como es ya el caso de la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales y otros esquemas de participación privada que inciden en el incremento de eficiencias de uso del agua en la agricultura.

También es importante destacar el posible acceso a fondos establecidos por distintas instituciones bilaterales e internacionales que podrían apoyar el financiamiento de algunos proyectos piloto. Al respecto el gobierno del Estado ha manifestado su interés porque se desarrollen mecanismos de financiamiento público internacional dirigidos a gobiernos subnacionales que estén diseñados de tal manera que eviten o reduzcan los obstáculos administrativos que imponen los gobiernos nacionales a su liberación, ejecución y seguimiento.

6.5 Comentarios finales

- **El Taller permitió dar** un paso adelante en el trabajo de Cambio Climático que viene realizando el Estado de Michoacán. Permite identificar medidas asociadas a problemas particulares que se vislumbran a partir del análisis de escenarios.

- **El Taller permitió comprobar** la utilidad de la metodología establecida, misma que fue aceptablemente apropiada por los participantes. Sin embargo es conveniente aceptar que, en cada caso, debe adecuarse a la realidad de cada estado.

- **Es conveniente hacer un** buen análisis de los posibles actores. En el Taller contrastó el Grupo de Agricultura más especializado , con el de agua en el que participaron expertos de diversos temas

- **En el caso de** Michoacán los resultados del Taller son apenas el inicio de un proceso que tendría que ampliarse al análisis de sus resultados y consulta con las autoridades para darle mayor especificidad.

- **El Comité Intersecretarial de** Cambio Climático cuenta con un instrumento más para el diseño de políticas públicas basado en la determinación de las medidas de adaptación por sector, lo que será de gran utilidad en el proceso de preparación del Plan de Acción Climática del Estado.

- **Un ejercicio similar, a** ser desarrollado en el futuro, requeriría de un par de consultores que inicialmente trabajaran en el marco general y después contar con la participación de consultores especializados en las distintas temáticas, (uno especializado en el tema y otro con experiencia local en el tema)

6. Literatura consultada

Aregional.com, 2009 Monografía, 2009. Estado de Michoacán, http://www.aregional.com/mexico

CICC. 2007. Estrategia Nacional de Cambio Climático, México. Comisión Intersecretarial de cambio climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Semarnat. México.

CICC. 2009. Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. Comisión Intersecretarial de cambio climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Semarnat. México.

CONABIO, SUMA Y SEDAGRO. 2007. Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica de Michoacán. 2007. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) y Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO). México

CONAGUA. 2008. Programa Nacional Hídrico 2007-2010. Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

CONAGUA. 2009. Programa Hídrico Visión 2030 del Estado de Michoacán de Ocampo. Comisión Nacional del Agua, Semarnat. México.

Gobierno de Los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República. 2007. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Poder Ejecutivo Federal. México.

INE. 2006. México. Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología, Semarnat. México.

INE. 2009. México. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología, Semarnat. México

Landa, R., V. Magaña y C. Neri. 2008. Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático. Centro de Ciencias de la Atmósfera, CCA-UNAM; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Semarnat. México.

Landa, R., B. Ávila y M. Hernández. 2010. Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para América Latina y el Caribe. British Council, PNUD México, Cátedra UNESCO-IMTA y Flacso México. México.

PNUD. 2007. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2007. Informe sobre Desarrollo Humano Michoacán, México.

SEMARNAT. 2007. Programa sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Nacturales, Semarnat. México.

Universidad Veracruzana. 2010. Cambio climático y cambio de gobierno: compromisos mínimos para el futuro de Veracruz. Programa de Estudios de Cambio Climático, Universidad Veracruzana. Veracruz.

Literatura complementaria

CONABIO. 2005. La biodiversidad en Michoacán: estudio de estado. Comisión Nacional para el Estudio de la Biodiversidad, México.

CONABIO, 2007.La biodiversidad en Michoacán, Estudio de Estado.

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Michoacán. 2009. Enciclopedia de los Municipios de México Michoacán.

Secretaría de Planeación y Desarrollo Estatal Dirección de Estadística Gobierno del Estado de Michoacán 2008. Hidrografía de Michoacán.

Villaseñor, L. y A. Méndez. 2008. Estrategia Estatal de Biodiversidad de Michoacán. Informe de resultados del Taller sobre la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, Michoacán México.

ambio Climático

Michoacán

www.bancomundial.org.mx

Banco Mundial

MICHOACÁN TRABAJA