
ATLAS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Autores:

Roger Orellana¹

Celene Espadas¹

Cecilia Conde²

Carlos Gay²

¹ Centro de Investigación Científica de Yucatán

² Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Colaboradores: Federico Nava³

Carolina Cuanalo³

Alfonso Larqué¹

³ Colaboradores contratados para el proyecto



® Roger Orellana Lanza, Celene Espadas Manrique, Cecilia Conde Álvarez, Carlos Gay García. Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán y Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Edición a cargo del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México.

Forma parte del Sistema de Centros Públicos de Investigación Conacyt.

ISBN



Cuidado editorial: Gabriela Herrera Martínez.

Diseño editorial: Roger Orellana

Diseño de portada: Celene Espadas

Primera edición: junio de 2009.

Impreso y hecho en Mérida, Yucatán, México.

Los autores desean agradecer el financiamiento de la obra a:

- Fondos Mixtos CONACYT-CONCYTEY
- Dr. Inocencio Higuera, Director General del CICY
- Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Gob. Yucatán
y a su titular. Dr. Eduardo Batllori
- Secretaría de Educación - SIIDETEY y a su titular Dr. Raúl Godoy
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, M.C. Xavier Moya, Dr. Raúl Murguía

Asimismo agradecemos a la Comisión Nacional del Agua por proporcionar la información climatológica y al Pacific Climate Impacts Consortium por haber permitido extraer los incrementos de temperatura y razones de cambio de precipitación para la realización de los escenarios



ÍNDICE

¿Qué es el clima?.....	1
Escenarios de cambio climático	1
Escenarios A1FI	3
Escenarios A2	3
Escenarios B1	4
Escenarios B2	4
Modelos climáticos regionales.....	4
El caso de la península de Yucatán	5
Metodología	5
Temperatura media	10
Precipitación pluvial.....	32
P/T, índice de Lang.....	54
Porcentaje de lluvia invernal	60
Sequía intraestival o canícula	66
Tipos de climas	77
Gráficas o diagramas ombrotérmicos	93
Ejemplos de utilización del Atlas	107
Bibliografía consultada	111
Mapa base desprendible	113

¿QUÉ ES EL CLIMA?

El clima es el estado predominante de la atmósfera en las capas más cercanas a la superficie de la tierra y del océano. El clima, al igual que el “estado de tiempo”, está construido por factores tales como: latitud, altitud, orografía, continentalidad, circulación de la atmósfera y corrientes marítimas. La resultante de la interacción de los factores climáticos son los elementos del tiempo y el clima, que son: radiación solar, temperatura, humedad y precipitación, presión y viento dominante, nubosidad y visibilidad.

Los elementos que más se usan para caracterizar el clima de un sitio son la temperatura, sobre todo la media, y la precipitación. La resultante del tratamiento estadístico de ambas variables ha sido las clasificaciones climáticas, cuya representación cartográfica se denomina coloquialmente como “mapas de climas”. Estas clasificaciones inicialmente han sido realizadas a nivel mundial, lo cual ofrece la ventaja de que pueden ser comparadas e interpretadas por múltiples lectores, no sólo de México, sino de cualquier país del mundo.

La observación de las características de ambas variables, durante los últimos años, es precisamente lo que ha dado pie a sospechar que se está presentando un calentamiento a nivel global. Posteriormente se han buscado muchas evidencias desde las regiones polares hasta las selvas ecuatoriales.

El Calentamiento Global es un hecho contundente que en la actualidad se ha presentado a través de diferentes señales. La más fuerte es la manifestación del cambio ambiental global, la cual se ha agudizado en algunas zonas del planeta. Es preocupante para México como nación, las posibles consecuencias que pueda acarrear este fenómeno mundial. De acuerdo a numerosos estudios realizados, una de las causas principales del calentamiento global es el aumento desmedido de los gases de efecto invernadero (GEI), principalmente, el dióxido de carbono y el metano.

Una de las formas de tratar de entender las señales de cambio climático, sus impactos y consecuencias futuras es a través de los estudios regionales planteados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en Inglés), que es un organismo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que ha generado, a través

de los países participantes, ciertas metodologías y sus herramientas. Estos métodos simulan interacciones entre la atmósfera, la tierra y el océano (modelos de circulación general de la Atmósfera acoplados al Océano), con las actividades humanas, sobre todo en las emisiones de gases de efecto de invernadero.

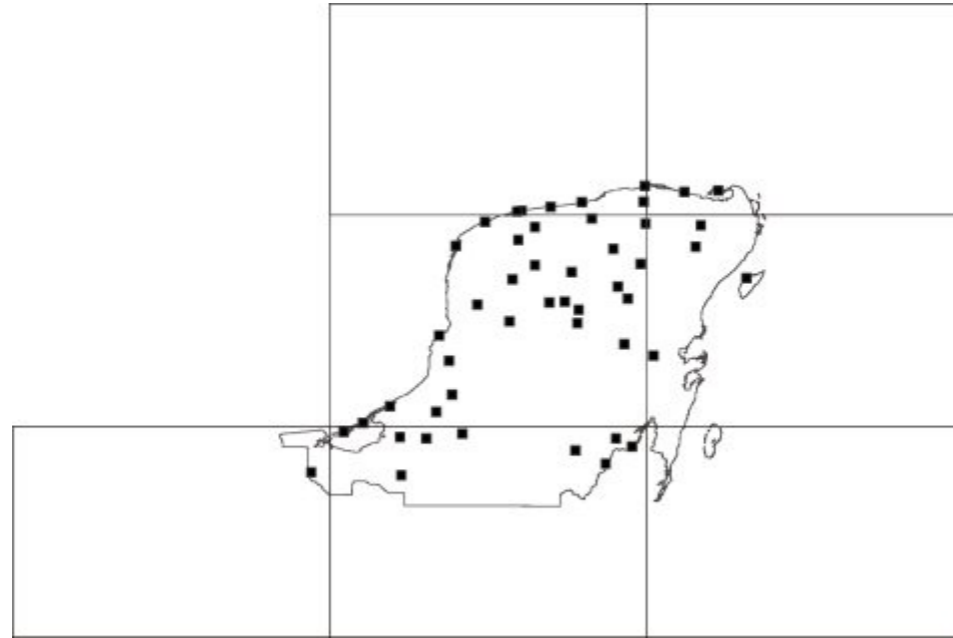
ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

En 1992 se firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. La organización U.S. Support for Country Studies to Address Climate Change financió en México una serie de investigaciones sobre cambio climático, que se denominaron coloquialmente como el “Estudio de país”. Éste se inició en 1994, a través de varios talleres de trabajo y el apoyo económico para la realización de estudios en diferentes campos. Los resultados del estudio quedaron concretados en el libro México: una visión hacia el siglo XXI, el Cambio climático en México, publicado por SEMARNAP, UNAM y U.S. Country Studies Program.

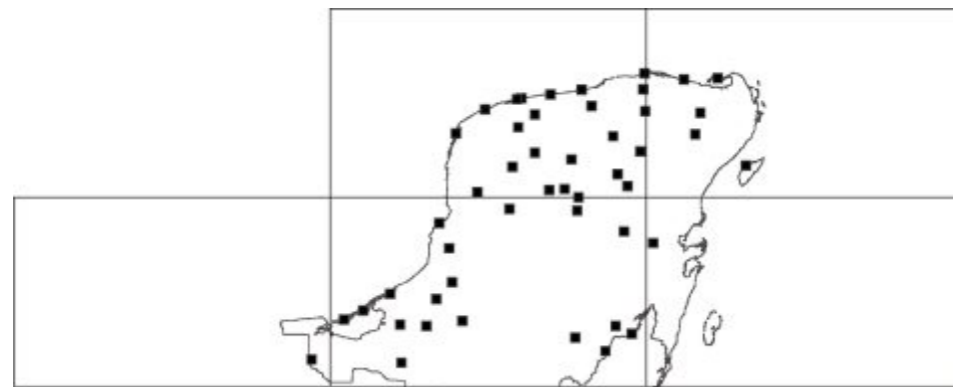
Los modelos de clima, especialmente los modelos de circulación general de la atmósfera (MCG), proveen la mayor fuente de información para construir los escenarios de cambio climático. Actualmente, se considera que los MCG son la herramienta más creíble para simular la respuesta del sistema climático global, frente al incremento de concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) por acciones humanas, que se reflejan en los cambios en la transparencia de la atmósfera a la radiación terrestre, en la temperatura, presiones, nubosidad. Estas simulaciones están basadas en representaciones matemáticas de la atmósfera, del océano, de las capas de hielo y de los procesos en la superficie de la tierra; se fundamentan en las leyes de la física y sus relaciones empíricas. El desarrollo de los modelos climáticos ha estado a cargo de centros de investigación climática alrededor del mundo. Estos modelos cuentan con características diferentes en cuanto a los niveles de la atmósfera y el océano, sensibilidad, resolución de la cobertura de cada rejilla; consecuentemente, estas diferencias llevan a resultados diferentes, y que, sin embargo, no les restan validez y todos ellos muestran un calentamiento global debido al forzamiento que los GEI están provocando en el sistema climático.

Existe una gran cantidad de modelos (23, según el último reporte del IPCC). Para la realización de este trabajo hemos elegido los siguientes:

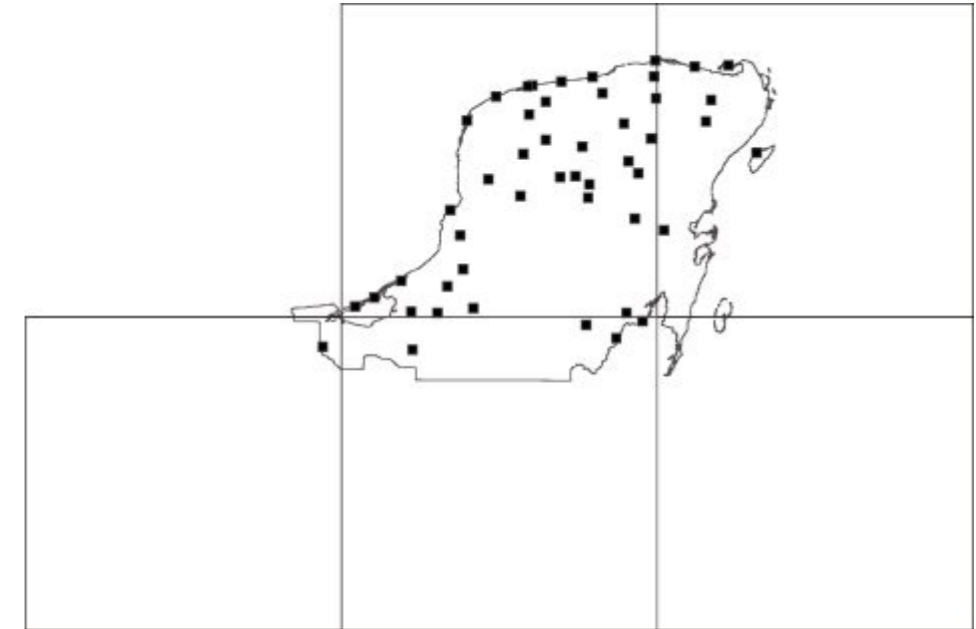
El modelo HADCM3 fue desarrollado por el laboratorio Hadley Centre, en Inglaterra, Reino Unido. En su desarrollo se consideraron 19 capas de la atmósfera y 19 capas en el océano. Tiene una resolución de $2.5^\circ \times 3.75^\circ$ de latitud y longitud, respectivamente.



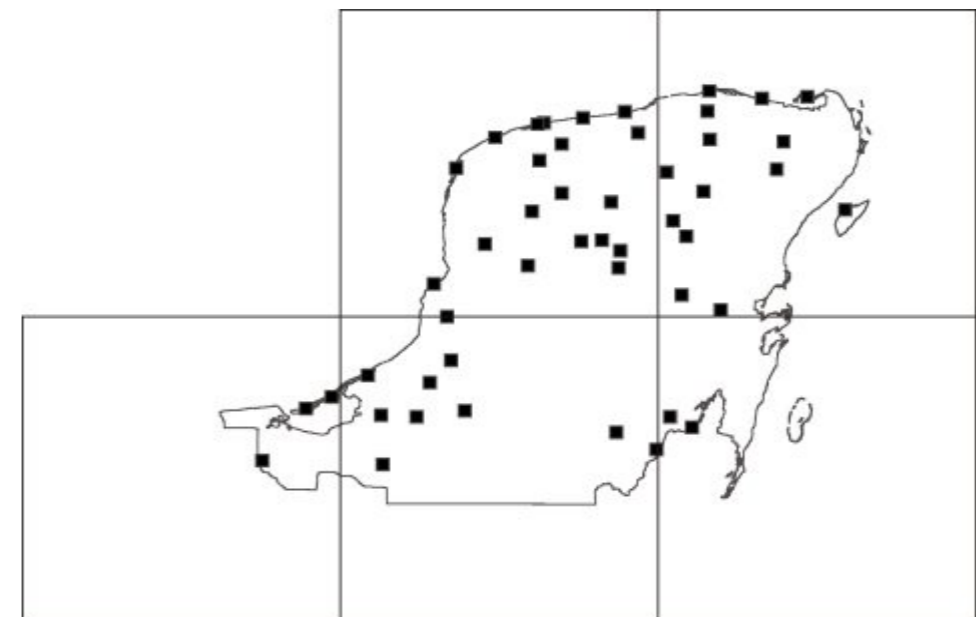
El Modelo GFDL-R30 fue desarrollado en Estados Unidos de América. En su desarrollo se consideraron 10 capas verticales de la atmósfera y 29 capas el océano. Tiene una resolución de 2.24° de latitud x 3.75° de longitud.



El Modelo CGCM2 o Canadian Global Coupled Model fue elaborado Canadá; en su desarrollo se consideraron 10 capas verticales de la atmósfera y 29 capas en el océano. Tiene una resolución de $3.75^\circ \times 3.75^\circ$ de latitud y longitud, respectivamente.



El Modelo ECHAM4 fue desarrollado por el laboratorio EXMWF, en Hamburgo Alemania. En su diseño se consideraron 19 capas atmosféricas y 11 capas oceánicas. Tiene una resolución de $2.8125^\circ \times 2.8125^\circ$ de latitud y longitud, respectivamente.



Los escenarios de cambio climático son imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro. Constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en las emisiones futuras y para evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis. No son predicciones ni pronósticos. Debido a que indudablemente hay incertidumbres asociadas a las proyecciones futuras del clima, se hace indispensable utilizar varios modelos que reflejen un rango posible de cambio climático ante las variaciones de las emisiones de GEI por actividades humanas.

La posibilidad de que las emisiones evolucionen de un sólo modo en la realidad es muy remota. Los efectos de los GEI sobre los recursos naturales y los sistemas de producción dependen en gran medida de la sensibilidad climática de las regiones del planeta al aumento de sus concentraciones.

El IPCC elaboró un Informe Especial de Escenarios de Emisiones (IE-EE), donde definieron cuatro líneas evolutivas para describir el desarrollo social, económico, tecnológico, ambiental y político. Este informe reconoce que el modelo de desarrollo que adopten los países afectará las emisiones de gases de efecto invernadero.

Las cuatro líneas evolutivas proporcionan, a su vez, cuatro conjuntos de escenarios denominados familias: A2, B1 y B2 y la familia A1 que incluye los grupos A1FI, A1T y A1B; de éstas últimas, seleccionamos al A1FI, que se refiere a emisiones intensas.

- Cada línea evolutiva está basada en una dirección de los acontecimientos futuros globales y regionales, de tal manera que entre ellas difieren con un grado de irreversibilidad creciente.
- Describen futuros divergentes que cubren una parte considerable de las incertidumbres inherentes a las principales fuerzas determinantes.
- Abarcan una gran diversidad de características futuras decisivas, como el cambio demográfico, el desarrollo económico o el cambio tecnológico.
- Las del grupo A ponen énfasis en el desarrollo económico, en tanto que las del grupo B en el desarrollo sustentable. Entre sí, difieren en cuanto al grado de convergencia económica y social.
- Con base en análisis recientes de calentamiento global se han propuesto 40 escenarios del clima repartidos en las cuatro líneas evolutivas. Para ello se emplearon seis modelos basados en las características y los forzamientos asociados a cada una de las líneas evolutivas.

- Los resultados están disponibles a través del centro de distribución de los datos de IPCC.

Por otra parte, como no es posible saber la variabilidad natural que año con año pueda presentarse en el futuro, el IPCC también recomienda utilizar horizontes futuros, esto es, promedio de las salidas año con año de cada modelo, centrado en algún año en particular. Por ejemplo, el horizonte 2020 (que puede considerarse las condiciones climáticas promedio del periodo 2011-2040) u otros horizontes: 2050 (2041-2070), 2080 (2071-2100). Mientras más lejano el horizonte, mayor será la incertidumbre. Así, para incluir todas las fuentes de incertidumbre posibles, es necesario usar: más de un MCG, más de un escenario de emisiones, al menos un horizonte futuro.

ESCENARIOS A1FI

Se presentan los posibles escenarios para el periodo 2020, marcados por las salidas de los modelos de circulación general (MCG) de la atmósfera acoplados en su línea evolutiva A1FI (I de intensivo); en el caso particular de los MCG seleccionados, solamente lo tiene Hadley (HADCM3). La línea evolutiva y familia A1FI describe las siguientes condiciones mundiales: utilización mundial intensiva de combustibles fósiles con un rápido crecimiento económico; una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados de Siglo XXI y disminuye posteriormente, así como una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidades e interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante.

ESCENARIOS A2

La línea evolutiva y familia A2 (A21 por ser el experimento 1) presenta casos en los cuatro MCG que se seleccionaron para este Atlas. Las salidas de estos modelos proporcionan posibles escenarios dados para el horizonte centrado en 2020 (promedio de 30 años centrado en el año seleccionado) por una condición dada por emisiones de gases de invernadero muy parecidas a las actuales, pero no tan altas como en el caso de la familia A1FI. Los aumentos de temperatura y la distribución de ésta se deben a que es un

escenario con un mundo heterogéneo, con aparente autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. Las pautas de fertilidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una población mundial en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones, y el crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.

ESCENARIOS B1

Ésta es una familia de escenarios con emisiones de CO₂ bajas y en la que utilizamos el experimento B11. Al igual que en la familia A1, las emisiones de metano y de óxido nítrico provenientes del uso de las tierras están limitadas por un menor crecimiento de la población, seguido de una disminución y por una mayor productividad agraria. Tras los aumentos iniciales, las emisiones relacionadas con el uso de la tierra alcanzan un máximo y a continuación decaen. Este escenario describe un mundo convergente con una misma población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados de Siglo XXI y desciende posteriormente, como en la línea evolutiva A1, pero con rápidos cambios en las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y la introducción de tecnologías limpias, con un aprovechamiento eficaz de los recursos. En ella se da preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y ambiental, así como a una mayor igualdad, pero en ausencia de iniciativas adicionales en relación con el clima. De los modelos seleccionados se dispone de una salida para esta familia que es en el modelo Hadley.

ESCENARIOS B2

La familia de líneas evolutivas y escenarios B2 describen condiciones con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, aunque con un aumento muy paulatino de CO₂. Se describe un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y medioambiental. Es un mundo cuya población aumenta progresivamente a un ritmo menor que en A2, con unos niveles de desarrollo económico intermedios, y con un cambio tecnológico menos rápido y más diverso que en las líneas evolutivas B1 y A1. Aunque este escenario está también orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social, se centra principalmente en los niveles local y

regional y poco globalizado. En esta línea evolutiva se presentan escenarios para los cuatro MCG que hemos seleccionado. Igualmente, utilizamos el experimento B21.

Tabla 1. Resumen de las características de los escenarios socioeconómicos del IPCC. (Las cifras entre paréntesis corresponden a proyecciones) Fuente: Stern (2007).				
Escenarios IPCC	A1FI	A2	B1	B2
Nombre	Mercados Mundiales	Empresa Nacional	Sostenibilidad Global	Tutela Local
Crecimiento de la población	Bajo (7,000 millones)	Elevado (15,000 millones)	Bajo (7,000 millones)	Medio (10,000 millones)
Crecimiento del PIB mundial	Muy elevado 3.5% anual (550 billones de US Dls.)	Medio elevado 2% anual (243 billones de US Dls.)	Elevado 2.75% anual (328 billones de US Dls.)	Medio elevado 2% anual (225 billones de US Dls.)
Grado de convergencia: Cociente de la relación entre el PIB de los países ricos y los países pobres	Elevado (1,6)	Bajo (4,2)	Elevado (1,8)	Medio (3,0)
Emisiones	Elevadas	Medio-elevadas	Bajas	Medio-Bajas

Modelos Climáticos Regionales

Se requiere contar con un escenario base del clima de la región. De acuerdo con el IPCC (2007) y la Organización Meteorológica Mundial, se debe contar con registros de por lo menos 30 años de la región bajo estudio, y preferentemente debe cubrir el período de 1961 a 1990, de acuerdo con este último organismo, ya que si se incluyen años posteriores a este período, los datos podrían contener los efectos del cambio climático, lo que se consideraría incorrecto. Por lo tanto, se considera el escenario base el período 1961-1990.

En estos modelos se integran los factores locales que modifican el clima, tales como topografía, uso de suelo, hidrología, sistemas sociales (asentamientos y sistemas de producción).

El IPCC sugiere utilizar una combinación de modelos y escenarios de emisiones que permitan manejar las incertidumbres asociadas al cambio climático futuro. Según el grupo especial para estudios de uso de escenarios para los estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación del IPCC (para ampliar esto, consultar el sitio www.ipcc.ch/meetings/session28/doc8.pdf), los escenarios deben cumplir con los criterios de: 1) consistencia a nivel regional con las proyecciones globales; 2) plausibilidad física; 3) información apropiada para las evaluaciones de impactos (en cuanto a su resolución, horizonte y variables); 4) accesibilidad para el uso de las evaluaciones de impactos. También debe considerarse su actualidad, su resolución, su validez (esto es, que reproduzcan en lo posible el clima observado), y la representatividad de sus resultados (esto es, seleccionar salidas de modelos que den un rango representativo de los posibles cambios futuros).

La generación de escenarios de cambio climático realizada en este trabajo cumple con todos los criterios citados.

EL CASO DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Para evaluar las respuestas climáticas de la península de Yucatán, compuesta por los tres estados mexicanos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, ante las diferentes condiciones de incremento de GEI y sus interrelaciones socioeconómicas, se consideraron las salidas de cuatro modelos, y a su vez, cuatro familias de escenarios. Para proyectar las respuestas ambientales de la región se seleccionaron los modelos de circulación general HADLEY, GFDL CGCM y ECHAM actualmente empleados en otras regiones del país. La familia A1FI en el caso particular de los MCG seleccionados solamente lo tiene Hadley (HADCM3); la familia A2, los cuatro modelos; B1, sólo Hadley, y B2, los cuatro modelos (Tabla 1). Los resultados se exponen a través de mapas que representan la respuesta de los diferentes elementos del clima ante 10 escenarios de cambio climático. Los A2, B1 y B2 tienen el sufijo final 1 (se lee A21, B11, B21), lo que significa que es la salida, corrida o experimento 1.

METODOLOGÍA

Datos de las estaciones meteorológicas. La base de datos del proyecto está bajo la responsabilidad de los autores y procede de la información proporcionada por la Gerencia Regional península de Yucatán de la Comisión Nacional del Agua. Se seleccionaron las

estaciones meteorológicas que tuviesen información completa de temperatura media y precipitación (lluvia) del periodo base 1961 -1990, resultando un total de 48.

Con esta información, se elaboraron las bases de datos mensuales y anuales de precipitación pluvial y temperatura mensual de 1961-1990. Se realizó un control de calidad temporal y espacial de las bases de datos, por medio de un programa de computación elaborado para tal fin (método de datos falsos u outliers).

Escenarios regionales. Con estas bases de datos se aplicó el concepto de reducción de escala (downscaling) que consiste en lo siguiente: Al promedio mensual y anual de temperatura y precipitación de cada estación se les agregó el incremento de temperatura y la razón de cambio de precipitación correspondiente a la salida combinada de cada modelo, así como la familia de condiciones socioeconómicas proyectadas para el año 2020. El incremento correspondiente se extrajo del valor asignado al cuadrante de la rejilla de cada modelo y procedente del sitio web www.pacificclimate.org. Estos datos conformaron para el conjunto de 48 estaciones meteorológicas un total de 10 bases de datos de temperatura y 10 de precipitación, aparte de la que generaría el escenario base 61-90. Las salidas son las siguientes: HADCM3A1FI, HADCM3A21, GFDLR30A21, CGCM2A21, ECHAM4A21, HADCM3B11, HADCM3B21, GFDLR3B21, CGCM2B21, ECHAM4B21.

Índices climáticos. Con los datos de temperatura media y precipitación para cada estación meteorológica se elaboraron los siguientes índices climáticos, importantes para seguir explorando las posibles condiciones que puedan llegar a presentarse:

P/T o índice de Lang, que es el cociente de la precipitación total anual entre la temperatura media anual. Éste es un buen índice estimador del grado de humedad o aridez de un sitio.

Porcentaje de lluvia invernal es un parámetro muy importante para la región, que la hace muy diferente a otras regiones de México. El porcentaje de lluvia invernal se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{lluvia de enero} + \text{lluvia de febrero} + \text{lluvia de marzo} \times 100}{\text{lluvia total anual}}$$

Sequía intraestival o canícula es un parámetro muy importante que se caracteriza por una disminución o merma de la precipitación durante la estación de lluvias en verano. La disminución de la lluvia puede ser de uno, dos o tres meses y su intensidad puede acarrear consecuencias graves, sobre todo en la agricultura.

Tipos de climas. El clima de un sitio extraído de algún sistema de clasificación da cuenta de forma sintética de las características atmosféricas promedio de una zona o región en concreto. Por lo regular, el clima se agrupa en tipos climáticos conforme al grupo a que pertenecen con el régimen de lluvias. Así, pueden detectarse los climas, desde los secos a los muy húmedos, y desde los fríos a los muy cálidos. Se describen las propiedades de la temperatura a lo largo del año y de la eficiencia o deficiencia en la lluvia. En México, la clasificación climática oficial ha sido la de Köppen modificada por Enriqueta García (última edición 2004). Ésta es la que hemos adoptado como punto de base para analizar las 48 estaciones en los distintos escenarios de 1961-1990 y los 10 extraídos de las salidas de los modelos MCG. Para calcular el tipo de clima de cada caso (estación meteorológica con los incrementos de cada modelo) se utilizó un programa ya existente contenido en un CD de la obra "Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (2004)".

Representación espacial de temperatura media anual, precipitación total anual, índices climáticos y sus respectivas anomalías.

Los promedios de temperatura y de precipitación de las salidas de cada modelo fueron relacionados con las coordenadas de la estación meteorológica correspondiente para su distribución espacial discreta. Para ello se empleó la herramienta Idrisi 14.02 Kilimanjaro (Eastman 1987-2004) y se definió el uso de coordenadas geográficas con Datum WGS84. Una vez que los índices P/T, porcentaje de lluvia invernal, porcentaje de sequía intraestival

y tipos de climas fueron estimados para el escenario base, así como para las 10 salidas de los modelos, se representaron cartográficamente.

Para representar la variación espacial continua de los índices estimados, los valores resultantes fueron interpolados. La interpolación consistió en estimar, con base en los datos conocidos, los valores en el espacio donde los elementos climáticos no han sido muestreados. Para ello, se empleó el método geoestadístico kriging, que incorpora un modelo matemático para describir la variación espacial de los datos a través de una medida de correlación espacial entre pares de puntos que describen la varianza en una distancia dada. La representación gráfica de todas estas varianzas, en función de la distancia que separa a las muestras, es el semivariograma (conocido también como variograma), y el cálculo de la varianza entre pares separados por intervalos de distancia se conoce como semivarianza. Una de las mayores ventajas de este método es que el resultado del kriging proporciona una descripción de la estructura espacial de los datos y una medida del error o incertidumbre de los datos estimados. Por lo tanto, los resultados dependen en gran medida de la cantidad de datos conocidos.

Los resultados de la interpolación fueron clasificados, de acuerdo con los límites teóricos correspondientes a cada índice y a cada parámetro (grados de humedad y régimen de lluvias) con la ayuda del procesador de imágenes Idrisi 14.02 Kilimanjaro (Eastman 1987-2004). La delimitación de los subtipos climáticos se realizó con base en la integración de las diferentes clases de P/T y porcentaje de lluvia invernal. Además, las anomalías de los índices y los parámetros fueron calculados mediante herramientas empleadas en los sistemas de información geográfica y los programas Idrisi Kilimanjaro y Arc Gis 9.1 0 (ESRI, 1999-2004). Para la representación cartográfica, los mapas fueron llevados a una escala 1: 1600 000 y editados con la ayuda del programa Arc Gis.

Mapas Base

Para realizar el trazo de los escenarios, se ha efectuado una selección de estaciones meteorológicas a partir de una base original de 110. Sólo se han considerado aquellas estaciones que tuvieron completo el periodo 1961-1990, resultando 48 estaciones. El primer mapa muestra la localización de las estaciones consideradas en el trabajo. El segundo mapa muestra algunos puntos de referencia fisiográficos que se han tomado en cuenta para las descripciones.

ESTACIÓN	Longitud	Latitud	ESTACIÓN	Longitud	Latitud
Bolonchén de Rejón	89.750	19.983	Xpichil	88.392	19.717
Campeche	90.583	19.817	Buctotz	88.778	21.200
Candelaria	91.033	18.167	Catmis	88.950	19.967
Ciudad del Carmen	91.712	18.676	Celestún	90.385	20.877
Escárcega	90.733	18.600	Chanchichimilá	88.469	20.394
Hecelchakán	90.133	20.183	Chicxulub	89.608	21.293
Hool	90.465	19.517	Dzilam de Bravo	88.894	21.393
Isla Aguada	91.483	18.783	Dzitas	88.522	20.844
Palizada	92.100	18.200	El Cuyo	87.683	21.517
Pixoyal	90.617	18.917	Loché	88.167	21.400
Pustunich	90.433	19.117	Mérida Observat.	89.650	20.950
Sabancuy	91.167	18.983	Mocochá	89.450	21.100
San Isidro	91.050	18.617	Muna	89.717	20.483
Silvituk	90.310	18.655	Peto	88.933	20.122
Álvaro Obregón	88.615	18.304	Progreso	89.664	21.283
Chetumal	88.300	18.507	Río Lagartos	88.148	21.590
Cozumel	86.950	20.500	Sisal	90.040	21.163
El Ideal	87.550	20.870	Sotuta	89.015	20.570
Felipe Carrillo Puerto	88.046	19.579	Tekax	89.282	20.207
Holbox	87.283	21.533	Telchac Puerto	89.263	21.341
Kantunilkin	87.492	21.122	Telchaquillo	89.450	20.650
Los Pozos	88.492	18.601	Tixmeuac	89.100	20.220
Nicolás Bravo	88.969	18.461	Tizimín	88.144	21.143
Tihosuco	88.354	20.253	Valladolid	88.200	20.667



ESCENARIOS
HORIZONTE 2020
