

**PROYECCIONES CLIMÁTICAS PARA EL ESTADO DE COAHUILA
BAJO DOS ESCENARIOS, USANDO EL MODELO PRECIS**

JUANA MARIA MENDOZA HERNANDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial

para obtener el grado de:

Maestría en Ciencias

con Especialidad en Suelos



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

PROYECCIONES CLIMÁTICAS PARA EL ESTADO DE COAHUILA BAJO DOS
ESCENARIOS, USANDO EL MODELO PRECIS

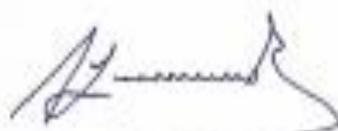
POR
JUANA MARÍA MENDOZA HERNÁNDEZ

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y
aprobada como requisito parcial para optar al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS
Con Especialidad de Suelos

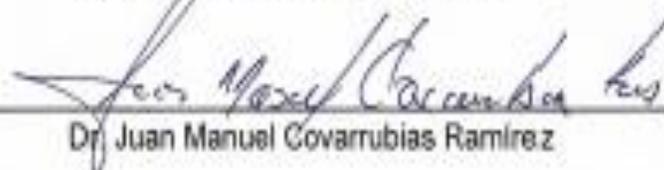
COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal:



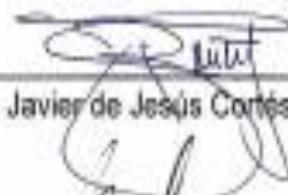
Dr. Alejandro Zermeño González

Asesor:



Dr. Juan Manuel Covarrubias Ramírez

Asesor:



Dr. Javier de Jesús Cortés Bracho



Dr. Fernando Ruiz Zárate
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila Mayo de 2012

AGRADECIMIENTOS

Al motor que mueve mi vida, mis hijos, les agradezco que me motivan a seguir siempre adelante, sin importar los obstáculos

A todas las personas que han creído en mí, que me fuerzan a no defraudarlas

A mi Alma Mater, que me ha permitido desarrollar mi trabajo

A Dios que me ha dado la vida

DEDICATORIAS

A Melissa

A Alberto

A Luis Alberto

A mis padres, que ya no me acompañan físicamente

COMPENDIO

PROYECCIONES CLIMÁTICAS PARA EL ESTADO DE COAHUILA BAJO DOS ESCENARIOS, USANDO EL MODELO PRECIS

POR

JUANA MARÍA MENDOZA HERNÁNDEZ

MAESTRIA

INGENIERIA EN SISTEMAS DE PRODUCCION

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mayo de 2012

Dr. Alejandro Zermeño González –Asesor

Debido a que el clima es un factor limitante en la producción agrícola y sabiendo que nos enfrentamos a un inminente cambio climático, se realizó este trabajo con fines de pronóstico, en un intento por dar a conocer el posible efecto de dicho cambio. Bajo este contexto se analizó el clima actual de acuerdo con los datos de cuarenta estaciones meteorológicas situadas en las diferentes regiones del Estado de Coahuila, utilizando las series de tiempo de precipitación y temperatura medidos durante el período de referencia 1961-1990 (IPCC, 1998), tomado según las normas de la Organización Meteorológica Mundial, en el sentido que el clima se mide en bloques de 30 años. Este análisis consistió en clasificar el clima por el método de Koeppen modificado por Enriqueta García.

Posteriormente se aplicó el modelo numérico PRECIS (modelo escalado del Centro Hadley de Inglaterra), para obtener las proyecciones climáticas de 2020, 2050 y 2080 y se volvió a clasificar el clima con el fin de observar diferencias en las fórmulas climáticas.

De los escenarios climáticos (descripción verosímil y simplificada del clima futuro), establecidos por el IPCC, se seleccionó el A2 que corresponde a una condición regional y sin restricciones. Y el B1, que considera condiciones globales con ciertas medidas restrictivas (control de la natalidad, control en la reducción de las emisiones de CO₂ y buenos niveles económicos) como reguladores de las proyecciones climáticas para los años 2020, 2050 y 2080. Las salidas de estos escenarios fueron obtenidas de la página web del Instituto de Meteorología de Cuba.

Los resultados del estudio mostraron que como se esperaba, el escenario A2 fue el más drástico. Para temperatura, se pronostican incrementos de hasta 4.5°C, en promedio para el año 2080, cambios que si se observan mensualmente ocurrirán más en los meses de verano e invierno, reflejándose en un incremento de las temperaturas mínimas y las máximas, para cada estación; es decir, en invierno la temperatura mínima aumentará y en verano, la máxima será mayor.

En cuanto a la lluvia, se pronostican tres escenarios: en algunos municipios (Arteaga, Monclova, Torreón, Saltillo), la precipitación será menor con respecto al promedio anual (entre 9%, 12% y hasta 47%), en otros se mantiene muy cercana al promedio actual y en otros municipios del norte del Estado (Allende, Múzquiz, Juárez), se pronostican incrementos de 12, 20 y hasta 45% en promedio. También se pronostica que se incrementarán y se intensificarán los eventos extremos, es decir, habrá más sequías y más inundaciones, debido a cambios en la magnitud y la distribución de las lluvias.

Palabras clave: Clima, Escenarios, Proyecciones, Modelos, PRECIS, Temperatura, Precipitación, estaciones meteorológicas,

ABSTRACT

As the climate is a limiting factor in the agricultural production, this work was conducted with forecasting purposes, as a tool which could be used to plan ahead rural activities. In this context, the current climate was analyzed using the data of temperature and precipitation measured at 40 meteorological stations located in different regions of the State of Coahuila. The data collected corresponded to the period of reference 1961-1990 (IPCC, 1998). The analysis consisted in the climate classification by the method of Koeppen amended by Enriqueta Garcia. Subsequently the numerical model PRECIS was applied (England's Hadley Centre's scaling model), to obtain climate projections for 2020, 2050 and 2080 and the climate was re-classified in order to observe differences in the climate formulas.

From the climate scenarios (plausible and simplified description of the future climate), established by the IPCC, A2 and B1 were selected as regulators of climate projections for the years 2020, 2030 and 2080: A2 corresponded to a regional and unrestricted scenario, while B1 was a global and under certain restrictive measures (as birth control, CO₂ emissions control and, good economic level). The output of these scenarios was obtained from the Cuban Institute of meteorology's website.

The results of this work showed that, as expected, the most dramatic scenario was A2. For Temperature, It was predicted an average increase of up to 4.5 °C for 2080, which would be more noticeable in the months of summer and winter.

Regarding rain fall, three scenarios are foreseen: for Arteaga, Monclova, Torreón and Saltillo, the precipitation will be lower compared with the annual average (between 9%, 12% and up to 47%); in other locations the rain remains very close to the current average and in many cases, especially to the North of the State (Allende, Múzquiz, Juárez), increments of 12%, 20% and up to 45% in average are forecasted. Also, extreme events will increase and intensified, which means that there will be more droughts and floods, due to changes in magnitude and distribution of rain fall.

Key words: Weather, Scenarios, Projections, Models, PRECIS, Temperature, Precipitation, Meteorological stations.

INDICE DE CONTENIDO

Introducción	1
Objetivo	3
Revisión de literatura	5
Evidencias del calentamiento global	5
Desarrollo de los modelos numéricos	11
El calentamiento global en México	16
Materiales y métodos	20
Resultados y discusión	37
Conclusiones	93
Bibliografía	95

INDICE DE FIGURAS

Regiones de Douglas. México	18
Ubicación de las 40 estaciones meteorológicas	27
Ejemplo PRECIS para precipitación	35
Temperaturas actuales Coahuila	72
Temperaturas 2020. Escenario A2	73
Temperaturas 2050. Escenario A2	73
Temperaturas 2080. Escenario A2	74
Temperaturas 2020. Escenario B1	75
Temperaturas 2050. Escenario B1	75
Temperaturas 2080. Escenario B1	76
Precipitaciones actuales Coahuila	76
Precipitaciones 2020. Escenario A2	77
Precipitaciones 2050. Escenarios A2	77
Precipitaciones 2080. Escenarios A2	78
Precipitaciones 2020. Escenarios B1	78

Precipitaciones 2050. Escenarios B1 79

Precipitaciones 2080. Escenario B1 79

Anomalías en temperaturas. Escenario A2 81

Anomalías en temperaturas. Escenario B1 82

Anomalías en precipitaciones. Escenario A2 83

Anomalías en precipitaciones. Escenario B1 84

INDICE DE CUADROS

Estaciones meteorológicas en Coahuila	20
Estaciones región Laguna	24
Estaciones región Sur	25
Estaciones región Sureste	25
Estaciones región Arteaga	25
Estaciones región Centro	26
Estaciones región Desierto	26
Estaciones región Frontera	26
Normales de temperatura Estado de Coahuila	28
Normales de precipitación Estado de Coahuila	29
Región Arteaga. Proyecciones de temperatura. Escenario A2	37
Región Arteaga. Proyecciones de temperatura. Escenario B1.	39
Región Arteaga. Proyecciones de precipitación. Escenario A2	40
Región Arteaga. Proyecciones de precipitación. Escenario B1	41

Región Sureste. Proyecciones de temperatura. Escenario A2	42
Región Sureste. Proyecciones de temperatura. Escenario B1	43
Región Sureste. Proyecciones de precipitación. Escenario A2	44
Región Sureste. Proyecciones de precipitación. Escenario B1	46
Región Sur. Proyecciones de temperatura. Escenario A2	47
Región Sur. Proyecciones de temperatura. Escenario B1	48
Región Sur. Proyecciones de precipitación. Escenario A2	49
Región Sur. Proyecciones de precipitación. Escenario B1	50
Región Laguna. Proyecciones de temperatura. EscenarioA2	51
Región Laguna. Proyecciones de temperatura. Escenario B1	52
Región Laguna. Proyecciones de precipitación. Escenario A2	53
Región Laguna. Proyecciones de precipitación. Escenario B1	54
Región Desierto. Proyecciones de temperatura. Escenario A2	55
Región Desierto. Proyecciones de temperatura. Escenario B1.....	56
Región Desierto. Proyecciones de precipitación. Escenario A2	57
Región Desierto. Proyecciones de precipitación. Escenario B1	58

Región Centro. Proyecciones de temperatura. Escenario A2	59
Región Centro. Proyecciones de temperatura. Escenario B1.	60
Región Centro. Proyecciones de precipitación. Escenario A2	61
Región Centro. Proyecciones de precipitación. Escenario B1	62
Región Frontera. Proyecciones de temperatura. Escenario A2	63
Región Frontera. Proyecciones de temperatura. Escenario B1.	64
Región Frontera. Proyecciones de precipitación. Escenario A2	65
Región Frontera. Proyecciones de precipitación. Escenario B1	66
Estado de Coahuila. Proyecciones de temperatura. Escenario A2	67
Estado de Coahuila. Proyecciones de temperatura. Escenario B1	68
Estado de Coahuila. Proyecciones de precipitación. Escenario A2	69
Estado de Coahuila. Proyecciones de precipitación. Escenario B1	71
Comparativo del cambio de temperaturas por regiones. Escenarios A2 y B1	80
Comparativo del cambio de precipitación por regiones. Escenarios A2 y B1	82
Región Arteaga. Clasificación climática. Actual y proyecciones	85
Región Sureste. Clasificación climática. Actual y proyecciones	85

Región Sur. Clasificación climática. Actual y proyecciones 87

Región Laguna. Clasificación climática. Actual y proyecciones 88

Región Desierto. Clasificación climática. Actual y proyecciones 89

Región Centro. Clasificación climática. Actual y proyecciones 90

Región Frontera. Clasificación climática. Actual y proyecciones 91

INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas requieren del uso de combustibles fósiles en cantidades cada vez mayores. La quema de estos combustibles, provoca la degradación de los ecosistemas, alterando el suelo, la vegetación y el agua, y además afecta en alto grado al clima del planeta, ya que siendo el suelo, la vegetación y el agua factores climáticos, que aunados a la contaminación atmosférica, han provocado un calentamiento en el planeta al modificar el balance energético controlado por el efecto invernadero de la atmósfera.

Este calentamiento a su vez ha desencadenado un cambio climático cuyas consecuencias ya son evidentes, al observar un derretimiento del hielo de los polos (Overland, et al 2009), desprendimiento de icebergs, derretimiento de glaciares, aumento en el nivel del mar y sobre todo, más inundaciones, más olas de calor intensas y de gran duración, sequías más prolongadas; que repercuten en pérdidas de vidas y económicas (IPCC 2007). Aquí, es necesario hacer notar que no debe confundirse la variabilidad climática de un lugar con el cambio climático: este, hace que varíen los promedios de los elementos del tiempo a lo largo de los años y la variabilidad climática, son hechos fortuitos que aparecen con cierta frecuencia a lo largo de los años en un lugar; por ejemplo, puede observarse que en la región sureste de Coahuila se presenten nevadas en invierno, aunque esto no es todos los años, porque forma parte de la variabilidad climática de este lugar, pero si las nevadas se presentaran en la actualidad, todos los años, esto sí sería parte de un cambio climático en el lugar, o si por el contrario ya no se presentaran heladas o nevadas.

En el mundo, existen países que se verán más afectados que otros, por ejemplo, para Canadá el calentamiento global puede ser favorable, ya que las temperaturas subirán y harán que gran parte del territorio canadiense ahora deshabitado por el frío excesivo, pueda ser aprovechado, tanto en recursos naturales como en proporcionar vivienda a muchas personas; pero para los países latinoamericanos este calentamiento representa un reto que no se debe ignorar y es necesario enfrentar, puesto que el aumento de temperaturas, alterará no sólo el clima sino también afectará los ecosistemas, desapareciendo especies animales y vegetales que ya no podrán sobrevivir bajo esas condiciones; México, por ejemplo, sufre y ha sufrido últimamente los efectos de este calentamiento, con inundaciones que han causado grandes pérdidas en vidas humanas y animales, así como económicas; no sólo en los estados con más riesgo por ser los más lluviosos, sino en los estados donde escasea la lluvia, como lo es el Estado de Coahuila, donde recientemente hubo inundaciones severas por efecto del huracán Alex (Junio de 2010), seguidas de una severa sequía que tuvo consecuencias muy graves en la ganadería del Estado.

Entre las consecuencias del calentamiento global está la elevación del nivel del mar (Pfeffer *et al*, 2008, IPCC, 2007), aspecto para el cual las costas mexicanas son muy vulnerables, con el riesgo de que desaparezcan ciudades y grandes extensiones territoriales en las costas del Golfo de México, principalmente, como lo es el Estado de Tabasco, uno de los que más serán afectados, o las costas de Tamaulipas y Veracruz.

Se deben considerar las ondas de calor que afectarán principalmente a las ciudades, que serán cada vez más pobladas (Jáuregui, 1967) y con asentamientos humanos irregulares en los que muchos carecerán de los servicios fundamentales para una vida digna.

Debido a que el estado de Coahuila, se ubica en las zonas áridas del país, se tendrá un fuerte impacto en la agricultura de temporal en las regiones donde se pronostica un incremento de temperatura y una reducción en la magnitud de la precipitación. Esto forzara a los agricultores a establecer variedades más resistentes a la sequía y más precoces. También se tendrá un severo impacto en la agricultura de riego, ya que el incremento de la temperatura y del déficit de presión de vapor resultara en una mayor tasa de evapotranspiración de las plantas. La fruticultura de árboles caducifolios (manzano, nogal y durazno), también se verá afectada, ya que el incremento de las temperaturas en los meses de invierno resultara en una reducción en las unidades frío que los árboles requieren para la brotación de yemas. El cambio climático también tendrá un fuerte impacto en la ganadería, ya que el incremento de la temperatura tendrá efectos en la salud y el desarrollo del ganado.

OBJETIVO:

Obtener las proyecciones de temperatura y lluvia para el Estado de Coahuila, para los años 2020, 2050 y 2080, bajo dos de las familias de escenarios establecidos por el IPCC (2000): A2; Mundo heterogéneo, debido a la conservación de las identidades locales, población en continuo crecimiento, economía creciente, aunque lentamente, y orientada a regiones, poco desarrollo tecnológico; yB1; condición global, es decir, soluciones de índole mundial, no local, con uso de

tecnologías limpias, más sustentables, con control de la tasa de natalidad, economía creciente con rapidez. Utilizando un modelo numérico regionalizado para México y el Caribe (PRECIS), para establecer los cambios que puedan presentarse en las fórmulas climáticas.

REVISIÓN DE LITERATURA

Evidencias del calentamiento global

El Clima siempre ha presentado variaciones, mismas que son naturales, algunas son cíclicas y otras son recurrentes que no necesariamente obedecen a un ciclo. Pero, ¿hasta dónde estas variaciones representan un cambio en el clima?

Con la primera revolución industrial (1800-1870) en el siglo XIX, ya habían científicos que pensaban que de alguna manera la composición de la atmósfera afectaba a la temperatura; Jean Baptista Fourier (1824) declaró que si no existiera la atmósfera, la Tierra sería mucho más fría; Tyndall (1861) descubre que algunos gases de la atmósfera bloquean la radiación infrarroja y deduce que algún cambio en su composición, afectaría al clima; fue Svante Arrhenius (1896) quién así lo manifestó, al realizar cálculos y darse cuenta que el bióxido de carbono absorbía calor, predijo que al doblar la cantidad de Bióxido de Carbono, la temperatura de la Tierra podría aumentar 5°C-6°C. Chamberlin (1897) desarrolló un modelo para calcular la absorción del bióxido de carbono tanto por los océanos como por la vegetación; incluyendo retroalimentadores.

Con la segunda revolución industrial (1870-1910), se aumenta el consumo de la energía eléctrica y los combustibles fósiles, lo cual incrementa las emisiones, no sólo de bióxido de carbono sino también de otros gases contaminantes asociados a él, como el metano, por ejemplo; y con el establecimiento de grandes pozos petroleros, surge la energía barata (1920-1925), que

facilita más el desarrollo industrial y es cuando se comienzan a ver tendencias al calentamiento de la atmósfera.

Milankovitch (1930) propone que esta tendencia a calentarse, se debe a que la Tierra atraviesa por diversos períodos, cuya variación se debe a cambios orbitales cíclicos de la Tierra, mismos que son los responsables de las glaciaciones, por ejemplo. Callendar (1938), en cambio, propone que la tendencia al calentamiento se debe al incremento de bióxido de carbono y su capacidad de retener radiación infrarroja.

De 1939 a 1945, surge la Segunda Guerra Mundial y con ella, la pelea por los yacimientos petroleros. Al terminar, comienza a reactivarse la investigación en todas las ciencias y en parte hacia el campo del clima.

Las primeras investigaciones, se avocan más bien a tratar de explicar las diferentes glaciaciones. Ewing y Don (1956) formularon un modelo utilizando también retroalimentadores, Philips (1951), produce un modelo de la atmósfera y Plass (1956) deduce que la adición de bióxido de carbono a la atmósfera alterará el balance de radiación.

El inicio de la llamada guerra fría (1957), da lugar al fortalecimiento de la investigación en clima. Surgen resultados como el de Revelle (1957) que predice que los océanos no podrán absorber el bióxido de carbono producido por los humanos, como se creía.

Mitchell (1961), reporta que desde 1940 la temperatura desciende; con lo que baja el entusiasmo por las investigaciones en el sentido del calentamiento. A su vez Keeling (1960) hace mediciones

precisas del bióxido de carbono en la atmósfera y reporta que aumentó de 290 a 315 ppm, sólo desde la primera revolución industrial. Se descubre también (Keeling, 1996) que aunque se creía que el vapor de agua opacaba al bióxido de carbono en realidad este reforzaba el efecto constituyéndose en gran retroalimentador, que haría más sensible al clima a los cambios de bióxido de carbono.

Con el surgimiento de la Teoría del Caos, en reunión efectuada en la Universidad de Boulder Colorado en EEUU, Lorenz (1965) enfatizó la naturaleza caótica del sistema climático, con la consecuente posibilidad de cambios repentinos.

Manabe y Wetherald (1967), hacen cálculos y aseguran que duplicar el bióxido de carbono en la atmósfera haría subir la temperatura global, tal como lo aseguraba Arrhenius (1896).

En 1968 los estudios señalan que el calentamiento podría colapsar los hielos de los polos, provocando un derretimiento de glaciares que harían subir el nivel del mar (Mercer, 1968).

En 1969, con la llegada del hombre a la Luna, se vio a la Tierra bajo otra perspectiva, como un todo que además era muy frágil (Glacken, 1967). Se desarrollaron mejores modelos que mejoraron gracias a los primeros satélites meteorológicos, como los Nimbus.

En 1970, nace el primer día mundial de la Tierra al haber mayor preocupación por la degradación ambiental global y en ese mismo año se crea La NOAA (Administración Nacional del Océano y la Atmósfera), organismo líder en estudios del tiempo y el clima en América.

Bryson (1970), hace mediciones de aerosoles provenientes de la actividad humana y dice que éstos podrían constituir un enfriamiento que podría contrarrestar el calentamiento.

El encuentro de Estocolmo (1970), enfocado al efecto del hombre al clima (SMIC), concluyó que era urgente reforzar la investigación en este campo, debido al rápido cambio en el clima causado por los seres humanos.

La sequía de 1972, hace poner más atención en el clima y los científicos dudan entre una edad del hielo o un calentamiento global. El reforzamiento de las investigaciones sobre el efecto de los aviones al clima (1975) los lleva a estudiar los gases atmosféricos y descubren la capa de ozono y el efecto que los freones le causan (Molina, 1974). Entre los gases atmosféricos están los Clorofluorocarbonados, el metano y el ozono, que también contribuyen al efecto invernadero de la atmósfera.

A partir de 1976, al incrementarse la investigación, sobre los efectos de los factores que afectan al clima, aparecen otros modificadores de éste, también obra de la actividad humana, como la deforestación y los cambios en los ecosistemas.

Para 1977, la opinión científica se inclina más por un calentamiento que por un enfriamiento, como se venía observando a través de toda esa década, y se deduce un riesgo climático para el siglo XXI.

1981 se registra como el año más caluroso desde que se mide la temperatura, y algunos científicos predicen que el calentamiento por efecto invernadero de la atmósfera será visible para el año 2000 (Departamento de Defensa de USA, 1978).

Ramanathan, *et al* (1985) predicen que el calentamiento se podría duplicar más rápido de lo pensado, por la acción del metano y otros gases de invernadero. Los científicos llaman al gobierno a tomar medidas restringiendo las emisiones de estos gases considerando acuerdos internacionales para lograrlo. Así mismo. Los estudios de los núcleos de hielo de la Antártica, concluyen que la temperatura ha aumentado a la par con el aumento en las concentraciones de bióxido de carbono.

Broecker (1985) sugiere que el aumento de temperatura afecta la circulación del Atlántico Norte, lo cual traerá un calentamiento más rápido y radical.

En 1987, el Protocolo de Montreal de la Convención de Viena impone restricciones internacionales a la emisión de gases destructores de la capa de ozono.

1988, se constituye como el año más caliente jamás dado, se crea el Panel Intergubernamental contra el Cambio Climático (IPCC), por la Organización Meteorológica Mundial y las Naciones Unidas para el Medio Ambiente de la ONU.; cuyo propósito es evaluar el estado de la ciencia del clima como base para la acción política entre las naciones, el cual, en su primer reporte (1990), concluye que es real el calentamiento y que en el futuro será mayor.

En 1989 comienzan las protestas de las industrias que utilizan combustibles fósiles y aducen que el sistema climático es tan errático que no es posible justificar las acciones tomadas. Además dicen que el calentamiento se debe al comportamiento del sol, lo cual se desmintió en la siguiente década.

En 1990, el primer informe del IPCC, señala que el mundo se ha calentado y que persiste la tendencia al calentamiento. Pero la erupción del Monte Pinatubo en 1991, supone un enfriamiento por los aerosoles de las cenizas, lo cual fue verificado más tarde por los modelos numéricos (1995).

En la conferencia de Río, en 1992, Estados Unidos bloquea los llamados a una atención seria.

En 1995 el IPCC emite su segundo informe en el que declara que la “firma” humana en el calentamiento global al alterar el efecto invernadero de la atmósfera con sus actividades está presente y establece que un peligroso calentamiento ocurrirá en el siguiente siglo.

En 1997, se comienzan a ver acciones cuando la Toyota lanza su primer vehículo híbrido. En este año también se da el Protocolo de Kioto, que instituye la reducción de la emisión de gases de invernadero.

1998 es el año más caliente desde que se tienen registros y en él se da un súper Niño que causó muchos estragos en todo el mundo.

En 2001, aparece el tercer informe del IPCC y muestra la clara tendencia hacia un posible calentamiento de la atmósfera debido al incremento de los gases de invernadero y llama a tomar medidas, pero el gobierno de Estados Unidos, convencido por su poderosa industria petrolera, no ratifica el Protocolo de Kioto, a pesar de los signos de que en efecto este calentamiento está ocurriendo.

En 2005 entra en vigor el protocolo de Kioto y muchas naciones se comprometen, no así Estados Unidos.

En 2007 se da el cuarto informe del IPCC y se advierte que el calentamiento global está ya ocurriendo, que se está presentando más rápido de lo que se pensaba y que la cantidad de bióxido de carbono ha llegado a 385 ppm.

Desarrollo de los modelos numéricos

Otro caso lo es el desarrollo de los modelos numéricos para predecir el tiempo y el clima. En 1939 se hablaba de la dificultad de hacerlo, ya que la Meteorología como rama de la Física, no podía echar mano de las herramientas de esta, la experimentación (¿cómo?) y en cuanto a las matemáticas, en ese tiempo era imposible resolver una ecuación que contemplara todas las variables del tiempo, así, Simpson en 1939, dijo: sin deducciones matemáticas lo que se diga son meras opiniones. Pero los científicos del Clima tenían al menos ideas basadas en fenómenos físicos innegables y comenzaron a desarrollar modelos (no teorías), basados en los fenómenos físicos o la estadística, pero sin plantear hipótesis.

Los climatólogos de mediados del siglo pasado se concretaban a hacer cálculos numéricos estadísticos, pensaban que los eventos extraordinarios (inundaciones, olas de calor) eran cíclicos y que no obedecían a ningún patrón; y que formaban parte de un equilibrio que tarde o temprano se restablecería (Huntington, 1914); Landsberg (1946), dijo “podemos aceptar con toda seguridad, que lo que pasa ahora, nos servirá de guía para el futuro”. Prueba de ello es que el clima no ha cambiado los últimos 500 años, dijo Chamberlin (1906); esto dio confianza en que dentro del contexto de la naturaleza, no habrían cambios que pudieran afectar a los humanos. Pero algunos comenzaron a preguntarse ¿por qué...?.

Antes de desarrollar modelos de predicción del clima, los primeros esfuerzos fueron en el sentido de pronosticar el tiempo. Los científicos comenzaron a trabajar con ecuaciones simples del comportamiento atmosférico aplicando las leyes de la Física, pero esto les resultó tan complejo que los primeros intentos casi se redujeron a meras historias y no a cálculos científicos.

Vilhelm Bjerkens (1921) y Lewis Fry Richardson (1922), separadamente hicieron cálculos sobre los movimientos de las grandes masas de aire y mapas del tiempo. Se dieron cuenta que precisaban de un gran número de cálculos. Así, si se emplearan miles de trabajadores de una fábrica haciendo cálculos, los resultados para prevenir el comportamiento del tiempo no saldrían a tiempo, así que con los recursos de cálculo de esas épocas era imposible resolver esas ecuaciones. Sin embargo, Richardson trató de explicar el comportamiento del tiempo en las próximas 8 horas y tardó seis semanas en desarrollar los cálculos, desanimado, dijo: “es un sueño, tal vez en algún futuro los cálculos puedan ser más rápidos que los avances del tiempo”.

Durante la Segunda Guerra Mundial, se desarrollaron las computadoras para descifrar códigos enemigos y Jhon Von Neuman (1946) matemático de Princeton, con la computadora ENIAC, consideró que si esta se empleaba para simular explosiones, podría también simular la atmósfera e invitó a un grupo de meteorólogos, entre ellos a Jule Charney (1949), quien tomó las ecuaciones de Richardson y las simplificó para obtener resultados en tiempo más corto, perfeccionando cada vez más, y así, en 1955 nació la oficina para la predicción del tiempo.

Phillips (1951) desarrolló lo que se conoció como el primer modelo de circulación global. De ahí se desarrolló ampliamente el campo de los modelos de circulación general, con la incursión de científicos tan importantes como Manabe y Arakawa.

En las décadas de 1960's y 1970's, Estados Unidos fue el líder mundial de los modelos numéricos los cuales fueron más precisos aun cuando había muchas carencias para predecir el tiempo, pero ¿y el clima?

James Hansen (1980, 1981, 1983), del Instituto Goddard de la NASA, tratando de estudiar las atmósferas de los planetas estudió modelos de clima.

Manabe y Wetherald (1967), introdujeron el bióxido de carbono en los modelos y dedujeron un aumento de aproximadamente 2°C en la temperatura de la Tierra. Concluyendo también que la temperatura subía más en los polos que en las regiones tropicales. Este fue uno de los pasos más importantes en el desarrollo de los modelos de circulación global. Pero quedaba la incógnita de cómo la nubosidad afectaría; una cubierta nubosa refleja la radiación dando una tendencia al

enfriamiento, pero también evita la salida del calor, lo cual conduce a un calentamiento, la incertidumbre quedó. A partir de 1950 aumentó la calidad y cantidad de datos, con los satélites, lo cual condujo a perfeccionar los modelos.

Las actividades humanas están modificando la concentración de los gases de la atmósfera que absorben o dispersan energía radiante. La mayor parte del calentamiento observado durante los últimos 50 años, es probable que se deba al aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero (J. J. McCarthy, 2001).

Siendo el sistema climático tan complejo, simularlo es sumamente complicado, ya que son muchos los factores que intervienen para la formación de un clima y además éstos interactúan entre sí produciendo lo que en inglés se conoce como *feedbacks*, es decir, factores que además de afectar al clima directamente, afectan a otros factores que influyen en el clima, como ejemplo, por el exceso de gases de invernadero, se calienta la atmósfera, el calor derrite hielo en los polos, lo cual incrementa el agua dulce en los mares y esto altera la densidad y temperatura de las aguas, lo que a su vez provoca alteraciones de las corrientes marinas que son quienes distribuyen el calor, llevándolo a lugares fríos o quitándolo en lugares cálidos, todo como parte de un equilibrio; pero con esta alteración en el agua, se rompe el equilibrio y las corrientes marinas ya no fluyen igual, alterando el clima. Esta es la razón por la que al elaborar los modelos climáticos sea tan complicado hacerlos con mayor resolución y surge así el gran problema de bajar la escala (*downscaling*), ya que los modelos de circulación general no son capaces de simular áreas muy pequeñas (Grotch y MacCracken, 1988), que engloban ciertos sistemas terrestres, como la

topografía, la cubierta del suelo, la hidrografía, etc.; mismos que son fundamentales en el sistema climático.

Fowler, *et al* (2007) señala que se han desarrollado numerosas técnicas de enlazar los modelos de circulación global con los procesos locales que forman un clima (*downscaling*), como lo citan Hewinston y Crane (1966), Wilby y Wigley (1998), Zorita y Von Storch (1999), Xu (1999), siendo que hasta ahora son sólo métodos, no hay un modelo regional.

Una forma de lograr este enlace, es utilizar un modelo global, con rejilla de 2.5° por 3.75° como lo es el modelo HadCM3 del Centro Hadley del Reino Unido, y aplicar un predictor, como lo señalan Salathé, *et al* 2007, y Widmann, *et al*, 2003; combinando las salidas.

Este Centro Hadley, del Reino Unido, desarrolló el modelo PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies), que es una adaptación “escalada” del modelo HadAM3P, para utilizarse en computadora personal.

El empleo de éste modelo, se ha facilitado, bajo la supervisión de la Oficina Meteorológica del Reino Unido y las salidas, para facilitar el acceso a los datos de los escenarios de cambio climático del modelo, fueron desarrolladas en el Instituto de Meteorología de Cuba, con el finalidad de que los países de no anexo 1 (países en desarrollo) de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, tuvieran acceso a estos datos en línea.

Con el surgimiento de más y mejores modelos numéricos, y los trabajos del IPCC, los países se avocaron a estudiar los efectos del calentamiento global al clima.

El calentamiento global en México

Después de la realización de la primera Convención Marco de las Naciones Unidas ante el Cambio Climático (1992) en la que los países se comprometieron a reducir sus emisiones de gases de invernadero y tomar medidas para contrarrestar el cambio climático; se iniciaron más intensamente trabajos sobre el Cambio Climático, en México. Pero fue hasta 1994 en que México firmó el compromiso, como país del No Anexo 1, comprometiéndose a tomar ciertas medidas precautorias pero no a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero.

Los primeros estudios sobre el cambio climático en México, se llevaron a cabo en la UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera, la SEMARNAT y el INE, quienes unieron esfuerzos y establecieron el Programa Nacional Científico sobre Cambio Climático Global y surgió el Estudio de País, esto con el fin de dar cumplimiento al compromiso contraído en la Primera Convención Marco contra el Cambio Climático y según lo acordado en el Protocolo de Kioto (1997).

En la UNAM, se publicaron los primeros trabajos acerca de la variabilidad y cambio climático, como lo es quizá el trabajo pionero del Dr. Ernesto Jáuregui (1967), en el que trata del entorno urbano y su efecto en el clima.

También en la UNAM, en el Centro de Ciencias de la Atmósfera, se realizan y se publican los primeros trabajos. En 1981, se hablaba (Gay, 1981) de las investigaciones de Hansen (1981), en

las que concluía que la temperatura de la Tierra había subido 0.2°C entre 1960 y 1980 solamente y 0.4°C desde el inicio de la quema de combustibles fósiles.

Dentro del Estudio de País, en México, se realizaron estudios de vulnerabilidad en las áreas de agricultura (Conde, *et al* 2006), asentamientos humanos (Tejeda, 2002), zonas costeras, desertificación y sequía meteorológica, ecosistemas forestales, recursos hidrológicos y los sectores energético e industrial. Para realizar este análisis, fue necesario elaborar escenarios climáticos regionales actuales y de cambio, con la ejecución de talleres de estudio de país, como prerrequisito para su elaboración.

En el primer taller (1994) de estudio de país se establecieron los escenarios de cambio climático para México, basándose en las 18 regiones de Douglas (1994), quién dividió al país en 18 regiones naturales para lo que tomó en cuenta la consistencia de los datos meteorológicos, características geográficas y la coherencia de estos datos, como se muestra en la Figura 1:

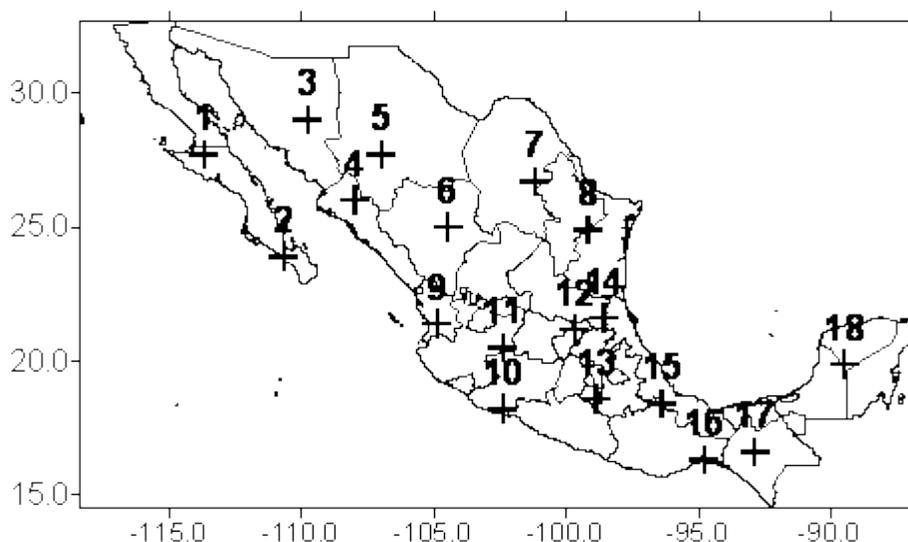


Figura 1. Regiones de Douglas (1994), México

Conde (1994) y luego Conde (1995) y Magaña (1995) elaboraron los escenarios de cambio climático para México en los primeros talleres de estudio de país, utilizando el modelo GFDL30, para las 18 regiones de Douglas, con muy baja resolución y encontraron incrementos en temperatura de hasta 2°C para 2050 y algunos cambios en la distribución de las lluvias.

Posteriormente se realizaron estos escenarios (Conde, 2003), usando los modelos HADLEY3TR00, ECHAM4TR98 y GFDLTR90, con salidas dadas por el software MAGICC/SCENGEN 4.1.

A partir de estos talleres, se han incrementado los trabajos en cuanto a la elaboración de los escenarios de cambio climático por estados, siendo Veracruz (Palma, 2007), el primer estado en completarlo.

En la actualidad, son cada vez más numerosos los trabajos tendientes al cambio climático, en muchos aspectos, tales como la agricultura (Monterroso, 2011), la biodiversidad, lo urbano, etc., como es el caso de Jáuregui *et al* (2001), quiénes hacen una proyección a futuro bajo condiciones de 2CO₂, para el confort humano en las ciudades, o Tejeda, *et al* (2007) con su estudio del estrés térmico en los habitantes de ciudades de un millón o mas de personas, bajo condiciones de cambio climático; o Conde (2005), cómo la variabilidad y cambio climático afectan a la agricultura, así como Monterroso *et al* (2009) estudió la afectación a 16 especies forestales bajo escenarios de cambio climático usando tres modelos globales y encontró que no se podía concretar, porque la afectación depende del modelo usado, el escenario y la especie; o

Trejo(2009) quien establece que para 2050, la mitad de las especies de 9 zonas bioclimáticas, perderán el 50% de su área de distribución; o sobre el impacto del cambio climático en las especies de peces en los litorales de México, estudio que realizaron Martínez Arroyo *et al* (2009), concluyendo que el efecto será por la elevación del nivel del mar y el cambio en el caudal de los ríos mexicanos; o Sánchez Torres *et al* (2009) que estudiaron los efectos del cambio climático en la disponibilidad de los recursos hídricos en Tamaulipas y encontraron que los problemas más graves sobre el agua se darán en el sector agrícola, seguido del industrial y por último el urbano.

En general, la mayoría de los trabajos en México se enfocan a efectos del cambio climático y muy pocos al escalamiento de los modelos globales para regionalizarlos, queda abierta la necesidad en éste campo de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el estado de Coahuila, existen en total 118 estaciones meteorológicas en operación. La ubicación de dichas estaciones se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ubicación de las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional, existentes en el estado de Coahuila.

<i>Clave</i>	<i>Estación</i>	<i>Municipio</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud mSNM</i>
5001	Agua Nueva	San Pedro	25°43'35"N	102° 59' 40"W	1102
5002	Allende	Allende	28° 20' 40" N	100° 51' 14"W	360
5003	Arteaga	Arteaga	25° 27' 4" N	100° 52' 38"W	1670
5004	Bajío de Ahuichila	Viesca	24° 49' 01" N	102° 57' 39"W	1497
5005	Candela	Candela	26° 50' 40"N	100° 39' 40"W	620
5007	Concordia	San Pedro	25° 47' 17" N	103° 06' 22"W	1104
5008	Conchos	Sabinas	27° 53' 13" N	101° 22' 23"W	409
5009	Cuatrociénegas	Cuatrociénegas	26° 59' 09"N	102° 03' 53"W	740
5009	Cuatrociénegas	Cuatrociénegas	27° 59' 09"N	103° 03' 53"W	740
5010	Ejido el Socorro	Ocampo	27° 18' 08" N	102° 24' 10"W	1142
5011	Ejido Reata	Ramos Arizpe	26° 07' 41" N	101° 04' 35"W	1360
5012	Ejido San Blas	San Buenaventura	27° 03' 25" N	101° 33' 09"W	501
5013	Ejido San Miguel	Ocampo	28° 38' 12" N	102° 56' 54"W	1060
5014	Ej. Charcos Figueroa				
5015	Eutimias	Ocampo	27° 18' 56" N	102° 23' 51"W	1123
5016	General Cepeda	General Cepeda	25° 21' 53" N	101° 34' 41"W	1550
5018	Las Nieves	Parras	25° 27' 31" N	102° 12' 07"W	1476
5020	Múzquiz	Múzquiz	27° 52' 09" N	101° 31' 10"W	4500
5021	Nueva Rosita	San Juan de Sabinas	27° 50' 46" N	101° 07' 26"W	338
5022	Ocampo	Ocampo	28° 05' 32" N	103° 17' 14"W	1080
5023	Palestina	Jiménez	29° 09' 52" N	101° 59' 12"W	330
5024	Parras	Parras	25° 26' 07" N	102° 10' 21"W	1558
5025	Piedras Negras	Piedras Negras	28° 42' 24" N	100° 32' 57"W	149
5026	Presa Coyote	Torreón	25° 38' 07" N	103° 16' 50"W	1111
5027	El Cuije	Matamoros	25° 25' 01" N	103° 18' 57"W	1115

Clave	Estación	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud mSNM
5028	Presa Guadalupe	Torreón	25° 30' 02" N	103° 22' 55"W	1121
5029	Presa la Flor Torreón	Torreón	25° 53' 00" N	103° 34' 04"W	1106
5030	Presa V. Carranza	Juárez	27° 27' 31" N	100° 35' 38"W	269
5031	Progreso	Progreso	27° 25' 42" N	100° 59' 14"W	300
5032	Ramos Arizpe	Ramos Arizpe	25° 32' 28" N	100° 56' 38"W	1400
5033	Sabinas	Sabinas	27° 50' 40" N	101° 07' 26"W	338
5035	San Antonio Alazanas	Arteaga	25° 16' 24" N	100° 34' 32"W	2190
5036	San Pedro	San Pedro	25° 45' 46" N	102° 58' 09"W	1099
5037	San Vicente	Parras	25° 38' 54" N	102° 15' 09"W	1153
5038	Santa Teresa	Castaños	26° 23' 34" N	101° 21' 12"W	1010
5039	Sierra Mojada	Sierra Mojada	27° 17' 11" N	103° 42' 06"W	1256
5040	Torreón	Torreón	25° 32' 39" N	103° 26' 29"W	1126
5041	Viesca	Viesca	25° 20' 15" N	102° 47" W	1096
5042	Zaragoza	Zaragoza	28° 29' 30" N	101° 55' 43"W	360
5043	Allende	Allende	28° 20' 10" N	100° 50' 36"W	381
5044	Cuatrociénegas	Cuatrociénegas	26° 59' 22" N	102° 03' 36"W	742
5045	Juárez	Juárez	27° 36' 50" N	100° 43' 30"W	280
5046	La Esmeralda	Sierra Mojada	27° 17' 20" N	103° 41' 58"W	1525
5047	Monclova	Monclova	26° 54' 17" N	101° 25' 51"W	618
5048	Saltillo	Saltillo	25° 26' 10" N	100° 55' 15"W	1558
5049	San Antonio Alazanas	Arteaga	25° 20' 51" N	100° 51' 55"W	2143
5050	San Buenaventura	San Buenaventura	27° 03' 42" N	101° 32' 28"W	496
5051	Viesca	Viesca	25° 20' 19" N	102° 41' 35"W	1090
5052	Castaños	Castaños	26° 46' 23" N	101° 24' 57"W	743
5057	El Macho	Allende	28° 20' 43" N	100° 50' 58"W	380
5058	La Rosita	Ocampo	28° 27' 06" N	103° 18' 09"W	1.040
5059	Torreón	Torreón	25° 33' 38" N	103° 29' 53"W	1133
5060	Derramadero	Saltillo	25° 16' 38" N	101° 10' 07"W	1882
5061	Cuatrociénegas	Cuatrociénegas	26° 53' 20"	102° 04' 08"W	725
5062	Parras	Parras	25° 26' 07" N	102° 10' 21"W	1558
5063	Allende	Allende	28° 21' 15" N	100° 51' 32"W	380
5065	Candela	Candela	26° 50' 40" N	100° 39' 40"W	620
5066	Sabinas	Sabinas	27° 50' 48" N	101° 07' 22"W	
5068	Palestina	Jiménez	29° 08' 30" N	100° 56' 30"W	333
5069	Múzquiz	Múzquiz	27° 52' 09" N	101° 31' 10"W	450.0
5074	Zaragoza	Zaragoza	28° 30' N	101° 54' W	355
5075	Allende	Allende	28° 21' N	100° 52' W	384
5081	Carneros	Saltillo	25° 07' 09" N	101° 06' 40"W	2100
5085	Presa Centenario	Acuña	29° 12' 53" N	100° 56' 42"W	325
5086	Presa San Miguel	Jiménez	28° 38' 12" N	102° 56' 54"W	1060
5130	La Sauceda	Ramos Arizpe	25° 49' 15" N	101° 18' 11"W	1171

Clave	Estación	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud mSNM
5133	La Ventana	Viesca	25° 20' 18" N	102° 47' 59"W	1096
5134	Los Americanos	Ocampo	27° 17' 59" N	102° 02' 40"W	1345
5135	El Guaje	Ocampo			
5136	Las Hormigas	Saltillo	24° 58' 37" N	100° 50' 38"W	2.110
5139	Emiliano Zapata	Viesca	29° 02' 02" N	100° 53' 53"W	210
5140	Ramos Arizpe	Ramos Arizpe	25° 32' 15" N	100° 57' 07"W	1430
5141	Gómez Farías	Saltillo	24° 57' 50" N	101° 01' 49"W	1920
5142	Hipólito	Ramos Arizpe	25° 41' 54" N	101° 24' 17"W	1150
5144	Sta. Teresa de Sofía		27° 58' 48" N	102° 41' 41"W	1028
5145	San Juan de la Vaquería	Saltillo	25° 15' 17" N	101° 13' 12"W	1760
5146	Huachichil	Arteaga	25° 12' 29" N	100° 49' 47"W	1980
5147	Ejido 1° de Mayo		27° 11' 38" N	101° 11' 41"W	390
5148	Portero de Abrego	Arteaga	25° 17' 04" N	100° 20' 34"W	1740
5149	Ciénaga Purísima	Arteaga	25° 20' 17" N	100° 31' 49"W	2420
5150	Abasolo	Escobedo			
5151	Alto de Norias	Ramos Arizpe	26°00' 07" N	101° 13' 44"W	904
5152	Bajan	Castaños	26° 31' 36" N	101° 09' 51"W	841
5153	Castaños	Castaños	26° 46' 23" N	101° 24' 57"W	743
5154	Huizachal	Monclova	26° 57' 09" N	101° 26' 34"W	565
5155	Lamadrid	Lamadrid	27° 02' 46" N	101° 47' 47"W	640
5156	Palaú	Múzquiz	27° 53' 12" N	101° 24' 08"W	430
5157	San Francisco del Valle	Cuatrociénegas	26° 58' 43" N	102° 06' 32"W	763
5158	El Taquito	Castaños	26° 46' 48" N	101° 25' 32"W	753
5159	Acatita	Francisco I Madero	25° 42' 14" N	101° 03' 37"W	1108
5160	Arteaga	Arteaga	25° 28' 22" N	100° 51' 18"W	1670
5162	Dos de Abril	General Cepeda	25° 21' 53" N	101°34' 41" W	1550
5163	El Gato	San Buenaventura	27° 13' 43" N	101°43' 32" W	640
5164	San Francisco	Nadadores	27° 08' 32" N	101° 39' 08"W	500
5166	Las Esperanzas	Múzquiz	27° 44' 45" N	101° 21' 11"W	450
5167	El Marqués	Castaños	26° 38' 29" N	101° 21' 30"W	860
5168	Noche Buena	Ocampo	28° 22' 34" N	103° 25' 07"W	1180
5169	Rodríguez	Escobedo	27° 11' 51" N	101° 22' 01"W	420
5170	La Rosa	General Cepeda	25° 31' 06" N	101° 23' 10"W	1230
5171	Sacramento	Nadadores	27° 00' 14" N	101° 43' 28"W	580
5172	San Buenaventura	San Buenaventura	27° 03' 38" N	101° 32' 29"W	497
5173	Sto. Domingo	Ramos Arizpe	25° 37' 40" N	101° 03' 34"W	1218
5174	El Tunal	Arteaga	25° 25' 08" N	100° 38' 12"W	2260
5175	La Ventura	Saltillo	24° 38' 17" N	100° 53' 23"W	1740
5176	Jamé	Arteaga	25° 22' 02" N	100° 37' 18"W	2280
5178	Tejaban de la Rosita				
5179	Estanque de León	Cuatrociénegas	26° 59' 26" N	102° 03' 47"W	745

Clave	Estación	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud mSNM
5180	Francisco I Madero	Francisco I Madero	25° 46' 20 N	103° 16' 09"W	1111
5181	El Sol	Parras	25° 27' N	102° 06' W	1505
5182	Las Morenas	Cuatrociénegas	26° 59' 25"N	102° 02' 16"W	725
5184	Tanque Aguilereño	Viesca	25° 31' 41"N		1200
5185	Dieciocho de Marzo				
5186	Cabeceras	Jiménez	29° 02' 19" N	101° 04' 59"W	348
5187	Presa La Amistad	Acuña	29° 12' N	100° 31' W	274
5188	Salitrillos	Monclova	25° 26' 10" N	100° 55' 15"W	1558
5189	Don Martin Juárez	Juárez	27° 36' 50" N	100° 43' 30"W	280
5210	El Saucillo	Candela	24° 43' N	99° 54'W	1460
5211	Buenavista UAAAN	Saltillo	25° 23' N	101° 00' W	1742

Del total de estaciones, únicamente se seleccionaron las que tienen la información más completa y consistente para el escenario base 1961 - 1990, tomando en cuenta las consideraciones de la Organización Meteorológica Mundial en cuanto a la definición de Clima (por lo menos treinta años de observaciones), a lo establecido por el IPCC (los datos se manejarán en bloques de treinta años, décadas, 1930 -1960, 1941-1970, 1961-1990 y 1971-2000, etc.) y al hecho de que el modelo PRECIS, considera sus salidas en comparación con este período.

Para comprobar que los datos fueran ciertos, se analizaron estaciones cercanas por grupos, con el fin de observar si todo el grupo era consistente con algún fenómeno meteorológico; por ejemplo, la estación 1 marcaba 20°C, la 2, 35°C, la 3, 23°C y la 4, 19°C, se puede observar que la 2 no es consistente con las otras tres; en el caso de la lluvia, también se hizo de la misma forma; sobre todo al tratarse de precipitaciones muy abundantes. Cabe hacer la observación de que aquí no se siguió una metodología en especial, sólo se observó, basado en la experiencia, el

comportamiento de los fenómenos meteorológicos y algún evento especial, como serían las llegadas de frentes fríos, los efectos de huracanes, etc.

En algunos casos, como Ramos Arizpe o Saltillo, se recuperaron datos faltantes a partir de datos “sintéticos”, que pueden ser bajados directamente del sitio Climate Explorer, (<http://climexp.knmi.nl/selectdailyindex.cgi?someone@somewhere>) donde aparecen las series de tiempo que se desee buscar, pero que no contiene a todas las estaciones, sólo algunas. Así que en las que no se tenían datos, se buscaron técnicas sencillas (no se tomaron en cuenta las muy complejas, utilizando redes neuronales o complicados métodos estadísticos) de recuperación de datos, como una simple interpolación lineal, en las estaciones que sólo faltaba un dato o cuando mucho dos.

Finalmente, quedaron 40 estaciones que se agruparon en regiones, en función de la cercanía y similitudes, para la aplicación del modelo numérico. En los Cuadros 2 a 8 se muestran las estaciones escogidas y agrupadas según las regiones.

Cuadro 2. Región Laguna

Laguna				
Estación	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud mSNM
Torreón	Torreón	25° 32' N	103° 26' W	1132
Presa Coyote	Matamoros	25° 38' N	103° 16' W	1116
El Cuije	Matamoros	25° 25' N	103° 18' W	1146
Presa Guadalupe	Torreón	25° 30' N	103° 22' W	1120
Presa la Flor	Torreón	25° 53' N	103° 34' W	1130
S Pedro de las Colonias	San Pedro	25° 45' N	102° 58' W	1101

Cuadro 3. Región Sur

Sur				
Estación	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud mSNM
Parras	Parras	25° 26' N	102° 10' W	1529
Las Nieves	Parras	25° 27' N	102° 12' W	1500
San Vicente	Parras	25° 38' N	102° 15' W	1154
Viesca	Viesca	25° 20' N	102° 47' W	1096

Cuadro 4. Región Sureste

Sureste				
Estación	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud m SNM
Saltillo	Saltillo	25° 25' N	101° 00' W	1585
General Cepeda	General Cep	25° 22' N	101° 28' W	1473
Ramos Arizpe	Ramos Arizp	25° 32' N	100° 57' W	1397
Hipólito	Ramos Arizp	25° 42' N	101° 24' W	1144
Carneros	Saltillo	25° 06' N	101° 06' W	2110
Gómez Farías	Saltillo	25° 00' N	101° 00' W	1933
Ejido Reata	Ramos Arizp	26° 07' N	101° 04' W	937
Buena Vista	Saltillo	25° 23' N	101° 00' W	1743

Cuadro 5. Región Arteaga

Arteaga				
Estación	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud m SNM
Arteaga	Arteaga	25° 27' N	100° 52' W	1684
San Antonio Alazanas	Arteaga	25° 16' N	100° 34' W	2182
Portero de Abrego	Arteaga	25° 17' N	100° 20' W	3066
Ciénaga de la Purísima	Arteaga	25° 20' N	100° 31' W	2106
El Tunal	Arteaga	25° 25' N	100° 38' W	2110
Jamé	Arteaga	25° 22' N	100° 37' W	2278

Cuadro 6. Región Centro

Centro				
Estación	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud m SNM
Monclova	Monclova	26° 54' N	101° 25' W	610
Conchos	Sabinas	27° 53' N	101° 22' W	406
Múzquiz	Múzquiz	27° 52' N	101° 31' W	492
Nueva Rosita	S. Juan de Sa	27° 50' N	101° 07' W	376
Progreso	Progreso	27° 25' N	100° 59' W	308
Presa V. Carranza	Juárez	27° 27' N	100° 35' W	262
Sabinas	Sabinas	27° 50' N	101° 07' W	344

Cuadro 7. Región Desierto

Desierto				
Estación	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud m SNM
Ocampo	Ocampo	28° 05' N	103° 17' W	1115
Ejido San Miguel	Ocampo	28° 38' N	102° 56' W	920
Las Eutimias	Ocampo	27° 19' N	102° 23' W	1500
Sierra Mojada	Sierra Mojada	27° 17' N	103° 42' W	1118
Cuatrociénegas	Cuatrociénegas	26° 59' N	102° 03' W	742

Cuadro 8. Región Frontera

Frontera				
Estación	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud m SNM
Allende	Allende	28° 20' N	100° 51' W	380
Zaragoza	Zaragoza	28° 29' N	101° 55' W	359
Villa Juárez	Juárez	27° 36' N	100° 43' W	272
Palestina	Palestina	29° 09' N	101° 59' W	289

En la Figura 2, se muestra la ubicación de las cuarenta estaciones meteorológicas seleccionadas.

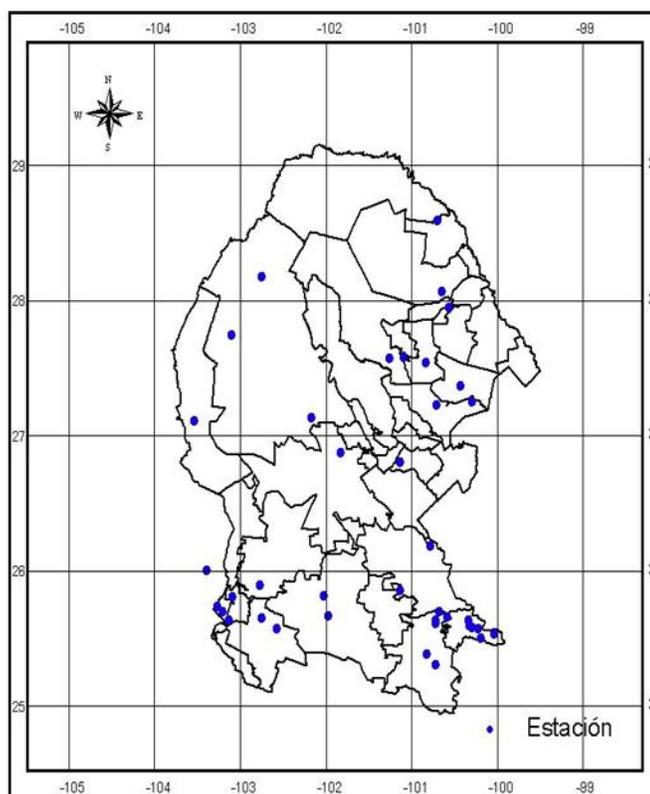


Figura 2. Mapa que muestra la ubicación de las 40 Estaciones Meteorológicas

En el cuadro 9, se muestran las normales climatológicas de temperatura y precipitación, obtenidas para las cuarenta estaciones meteorológicas escogidas.

Cuadro 9. Normales Climatológicas. Temperatura

Normales Climatológicas Temperatura (°C)													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Allende	11.4	13.8	17.9	22.1	25.2	28.0	28.9	28.8	25.8	21.4	16.6	12.3	21.0
Arteaga	13.5	14.8	17.2	20.6	22.8	23.6	24.2	22.7	20.3	18.5	16.2	14.9	19.1
Buenavista	11.3	12.7	15.2	18.1	21.0	21.6	21.4	20.6	18.7	16.4	14.2	12.1	16.9
Carneros	10.4	11.2	14.0	15.4	18.0	19.6	19.7	19.3	16.8	15.6	14.1	11.8	15.5
C. Purísima	11.9	12.5	13.4	14.9	16.6	17.2	17.4	17.5	16.8	15.7	14.6	13.6	15.2
Conchos	10.7	12.9	17.0	21.5	24.8	27.8	28.4	28.3	25.8	20.8	15.2	11.5	20.4
Cuatrociénegas	12.3	14.6	18.8	22.7	26.2	28.2	28.3	28.0	25.7	21.6	16.6	13.2	21.4
Ej. Reata	12.6	15.1	18.6	22.0	25.0	26.3	26.4	26.0	23.9	20.4	16.9	14.1	20.6
Ej. San Miguel	9.5	12.3	16.7	22.3	25.8	27.9	28.3	27.7	26.2	22.9	17.4	13.3	20.9
El Cuije	15.1	16.7	19.9	23.2	26.1	26.8	27.2	26.3	25.1	22.0	18.3	15.4	21.8
El Tunal	9.3	10.2	11.8	14.6	17.0	17.3	16.9	16.8	16.3	14.2	12.6	10.4	14.0
Eutimias	10.8	12.8	17.9	21.8	24.4	27.7	28.0	26.8	25.2	21.6	16.4	12.4	20.5
Gómez Farías	11.6	13.3	15.4	18.2	20.9	22.1	21.4	21.3	19.9	18.2	15.0	12.9	17.5
Gral. Cepeda	11.9	13.6	17.3	20.7	23.7	25.0	24.5	23.9	21.9	19.3	15.6	13.0	19.2
Hipólito	14.3	15.3	17.4	19.8	22.0	24.3	24.9	24.7	22.6	21.2	18.3	16.4	20.1
Jamé	8.2	9.4	11.3	13.3	15.4	16.6	15.5	14.7	13.7	12.8	11.0	9.1	12.6
Juárez	12.2	14.1	18.7	24.1	27.3	30.3	30.9	31.0	27.8	22.9	17.0	13.0	22.4
Las Nieves	12.4	14.8	18.3	21.2	24.8	26.4	26.1	25.5	23.8	20.8	16.5	13.5	20.3
Monclova	12.8	15.2	19.6	24.0	26.8	28.9	29.1	28.9	26.1	22.0	17.2	14.1	22.1
Múzquiz	12.4	13.9	16.3	18.1	20.5	22.9	22.9	23.4	21.2	17.3	15.3	12.9	18.1
Ocampo	10.7	13.1	16.8	21.0	24.1	25.9	26.0	25.3	23.4	19.8	15.0	11.5	19.4
Palestina	9.5	11.9	16.5	21.4	25.0	28.2	29.7	29.6	26.6	21.1	14.9	10.5	20.4
Parras	13.1	14.8	18.9	22.5	24.9	25.9	25.1	24.6	22.5	20.2	16.6	13.9	20.3
P de Abrego	13.0	15.2	16.2	17.6	18.6	18.9	18.3	18.8	18.5	17.4	15.8	13.9	16.9
P Coyote	14.0	16.3	20.3	23.7	27.0	28.1	27.8	27.2	25.4	22.2	17.9	14.6	22.0
P Guadalupe	14.0	15.9	19.2	22.9	25.9	26.6	26.5	26.1	25.1	22.7	18.6	14.7	21.5
P la Flor	13.9	15.7	18.7	21.4	24.8	26.7	26.3	25.9	24.3	21.5	17.5	14.3	20.9
P V Carranza	11.6	14.3	18.3	22.8	25.9	28.7	29.4	29.1	26.6	22.2	16.9	12.7	21.5
Progreso	12.1	14.4	18.0	22.9	26.4	29.1	29.9	29.2	26.8	22.0	16.4	12.4	21.6
Rosita	9.9	13.1	17.8	22.9	26.3	29.7	30.7	30.3	26.2	21.2	14.8	10.9	21.2
Ramos Arizpe	11.6	13.2	16.6	19.8	21.8	23.1	23.0	22.6	20.5	17.7	14.8	13.2	18.2
Sabinas	11.6	14.8	19.1	22.9	26.3	28.8	29.6	29.6	27.1	22.7	17.2	12.9	21.9
Saltillo	12.0	13.4	16.9	19.7	22.4	23.1	23.0	22.4	20.3	18.0	15.1	13.0	18.3
S Mojada	11.1	12.8	16.3	20.0	23.4	24.9	24.4	23.7	21.4	18.8	14.9	11.9	18.6
S Antonio	11.0	11.9	13.8	15.2	16.6	16.8	16.8	16.2	16.2	14.7	13.7	12.3	14.6
S Pedro	12.9	15.3	19.0	22.3	26.0	27.6	27.3	26.7	24.9	21.4	17.2	13.4	21.2
S Vicente	12.1	13.9	18.4	22.4	25.2	27.1	27.2	26.4	24.7	21.2	16.6	12.8	20.7
Torreón	14.4	16.9	18.8	23.8	26.9	27.8	27.3	26.8	25.2	22.1	18.1	15.1	21.9
Viesca	13.4	15.5	18.8	22.4	25.8	27.5	27.3	26.9	25.5	21.9	17.2	14.1	21.4
Zaragoza	11.6	14.3	18.5	22.7	26.4	29.5	30.5	30.0	27.1	22.5	17.0	12.4	21.9

Cuadro 10. Normales Climatológicas. Precipitación

Normales Climatológicas Precipitación (mm)													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Allende	11.4	17.9	8.9	23.2	47.7	37.0	32.9	47.4	47.9	37.5	24.6	18.6	355.0
Arteaga	11.2	12.9	8.1	16.2	32.9	50.5	60.3	65.6	58.6	26.4	9.8	12.0	364.5
Buenavista	20.5	12.8	8.5	18.9	40.7	62.3	76.7	74.9	64.0	27.8	13.7	13.7	434.5
Carneros	48.2	6.3	9.6	16.6	34.8	43.0	74.0	55.0	40.8	27.3	12.2	20.7	388.5
C. Purísima	27.6	10.0	12.5	33.2	68.5	84.9	110.0	97.2	92.3	56.9	36.6	23.6	658.2
Conchos	11.9	14.9	7.0	29.0	56.5	34.6	48.9	49.4	68.1	52.2	19.9	11.6	404.0
Cuatrociénegas	9.0	9.4	6.2	11.6	18.1	25.2	23.1	31.1	41.5	24.1	13.2	15.8	228.3
Ej., Reata	11.3	6.5	6.1	14.3	26.2	27.3	24.6	35.5	39.3	19.9	12.7	13.3	237.0
Ej. San Miguel	8.9	9.1	8.2	14.1	30.4	36.2	34.4	37.5	30.8	12.3	7.8	7.6	237.3
El Cuije	7.8	3.6	0.8	8.3	21.9	28.0	34.7	27.7	30.8	18.9	10.6	14.6	207.7
El Tunal	14.9	12.8	17.0	17.3	35.7	52.9	60.1	71.5	48.3	15.5	15.6	30.3	391.9
Eutimias	12.8	3.9	2.7	14.8	21.3	36.5	31.4	30.2	27.4	27.8	12.6	12.8	234.2
Gómez Farías	32.5	15.6	7.5	23.7	40.4	53.4	53.5	60.9	56.2	24.2	11.7	26.2	405.8
Gral. Cepeda	12.6	8.8	4.5	12.9	26.5	47.5	65.5	68.2	59.1	22.8	11.7	15.0	355.1
Hipólito	14.1	9.7	5.7	13.5	23.5	14.3	18.3	28.9	23.2	12.6	12.4	8.5	184.7
Jamé	31.9	17.9	13.1	23.6	44.4	50.9	62.8	69.8	51.5	27.1	16.1	18.4	427.5
Juárez	12.5	14.5	10.4	27.7	43.4	24.5	21.2	27.9	63.9	28.2	17.0	11.4	302.6
Las Nieves	7.5	5.1	3.7	8.2	11.3	27.3	22.6	30.1	24.0	19.9	8.0	6.1	173.8
Monclova	12.7	14.5	7.3	19.9	37.2	41.2	47.0	40.1	72.9	33.4	17.5	14.6	358.3
Múzquiz	18.5	19.5	9.8	36.5	87.4	81.5	89.7	73.6	121.0	39.0	23.0	9.2	608.7
Ocampo	10.6	7.0	4.6	18.1	35.7	39.6	33.6	36.8	49.2	25.8	11.3	11.5	283.8
Palestina	13.3	19.9	25.8	30.3	51.7	39.9	30.6	34.8	52.1	42.5	16.7	10.1	367.7
Parras	13.1	6.4	4.4	11.8	30.5	46.2	68.6	61.2	62.4	26.4	15.2	22.8	369.0
P de Abrego	29.2	12.8	22.8	32.0	44.3	51.7	25.2	42.9	123.9	30.0	24.1	26.6	465.5
P Coyote	11.4	3.7	1.2	7.0	21.3	35.3	37.4	41.5	49.5	20.4	7.2	12.9	248.8
P Guadalupe	11.3	2.6	2.7	6.3	17.1	26.9	36.2	33.3	30.9	20.0	8.6	12.2	208.1
P la Flor	11.9	5.0	2.1	4.5	18.1	39.6	46.2	46.6	41.0	22.4	9.9	10.0	257.3
P V Carranza	15.2	16.1	15.1	28.4	48.7	47.5	31.4	44.6	69.4	41.4	17.5	14.0	389.3
Progreso	16.3	20.9	10.2	30.4	44.7	66.5	27.7	38.9	75.7	32.2	13.4	15.0	391.9
Rosita	13.0	13.7	8.1	31.5	65.9	49.5	34.3	49.7	76.3	41.1	11.9	12.0	407.0
Ramos Arizpe	14.1	9.9	6.6	13.8	28.1	28.2	38.2	31.0	47.3	18.5	11.4	11.0	258.1
Sabinas	11.4	12.1	8.6	29.0	52.9	55.2	24.2	54.5	76.9	49.4	15.6	12.0	401.8
Saltillo	18.2	11.5	6.1	16.9	35.2	46.8	61.2	66.5	67.8	28.3	12.7	17.9	389.1
S Mojada	16.1	5.9	5.7	10.9	24.5	46.1	61.3	74.7	71.0	26.7	10.4	13.3	366.6
S Antonio	19.6	11.4	9.4	28.3	42.0	51.7	75.4	57.4	55.8	27.4	18.3	14.7	411.4
S Pedro	13.0	5.2	2.9	6.8	26.9	24.3	30.8	30.8	39.9	10.7	6.6	11.5	209.4
S Vicente	9.4	7.5	3.9	7.6	16.1	22.3	24.6	50.6	38.7	14.3	8.7	10.0	213.7
Torreón	11.9	3.3	1.8	6.2	21.0	35.4	36.3	36.7	45.1	18.0	6.5	11.0	233.2
Viesca	13.2	4.0	3.3	4.5	8.5	22.1	29.8	31.6	32.4	16.8	9.1	11.2	186.5
Zaragoza	10.9	23.7	24.1	40.6	65.7	43.3	42.4	48.8	73.1	30.7	19.1	14.5	436.9

Una vez efectuada la prueba de calidad de la información se procedió a realizar la clasificación climática actual del total de las estaciones por el Método de Koeppen, modificado por Enriqueta García (1981), método que se manejó por ser el que se usa en México y que el INEGI edita en mapas del clima, esto con el fin de obtener las fórmulas climáticas que más adelante se comparan con las fórmulas obtenidas con las proyecciones (2020, 2050 y 2080), para establecer el grado de cambio climático, en cuanto a las diferencias en la fórmula.

El método de Koeppen para clasificar los climas está basado en la vegetación, dado que la vegetación nativa de un lugar sobrevive ahí con las características climáticas que tenga su ambiente, puesto que satisface sus necesidades. Koeppen (1933), estableció que las plantas con pocas necesidades de agua, como las xerofitas, vivirían en climas secos, a los que les dio como símbolo la letra B, pero estos climas secos tendrían diferentes grados de sequedad, así que los dividió en esteparios y desérticos, dándoles las letras S y W, además de la B. A los húmedos les dio las letras A, C, D, E, según la temperatura. Y también los separó según su grado de humedad.

Para separar un clima húmedo de un seco, Koeppen decidió tomar en cuenta la eficiencia de la lluvia, porque en un lugar puede llover mucho y su temperatura ser muy alta, aumentando la evaporación, con lo que se reduce esta eficiencia, dando como resultado un clima seco, o por el contrario, aún sin llover mucho, con una temperatura baja, un clima puede ser húmedo al reducirse la evaporación. Estos tipos de clima fueron a su vez subdivididos en subtipos de acuerdo a su temperatura y a su régimen de lluvias, dando como resultado al combinarse el comportamiento de la lluvia y la temperatura, climas secos con (por ejemplo) lluvias de verano,

de invierno o todo el año, pero también climas secos cálidos, templados o fríos y lo mismo se aplicó en los húmedos.

En 1981, Enriqueta García y un grupo de colaboradores del Instituto de Geografía de la UNAM, clasificaron los climas de todo México usando este método (García, 1981), pero considerando algunas variaciones especiales para nuestro país, dadas sus características topográficas, por ejemplo, como en México no existe la estepa, los climas secos los dividió en áridos, semiáridos y muy áridos (tampoco existe el desierto), y consideró que existen además climas cálidos que tienden a ser templados, o al revés, templados que tienden a ser cálidos, o que existen climas en los que puede llover todo el año, pero llueve más en verano, o que tienen lluvias de verano pero tienden a presentar lluvias todo el año. Siendo estas algunas de las modificaciones que le hizo a Koeppen, las cuales se señalan poniendo la letra entre paréntesis, para indicar tendencia o con algún subíndice o comilla, para indicar modificaciones.

Para hacer la clasificación, primero se separan los climas secos de los húmedos y se sigue la metodología por separado. Si el clima es seco, hay que diferenciar si el clima es árido, semiárido o es muy árido, mediante ecuaciones que se definen de acuerdo al régimen de lluvias. Después, con el uso de tablas, se definen los símbolos para la temperatura, para el régimen de lluvias o si el lugar presenta alguna característica especial. Para el caso de los húmedos, se separan primero en cálidos o templados y después, se les da el símbolo para el régimen de lluvias y al mismo tiempo se define si son húmedos o subhúmedos, finalmente se les da un símbolo que represente alguna característica especial que pudieran presentar.

Una vez realizada la clasificación climática actual, se procedió a obtener las proyecciones de temperatura y precipitación para los años 2020, 2050 y 2080, bajo los escenarios A2 y B1 y de acuerdo al modelo PRECIS.

Se utilizaron esos años porque son los siguientes períodos de 30 años, después de 1961-1990, es decir, 1991-2020, 2021-2050 y 2051-2080. De acuerdo a lo establecido por el IPCC.

Un escenario climático puede dar una proyección muy veraz del clima futuro basado en la interacción de los factores climáticos con factores socioeconómicos. Los escenarios, son imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro y constituyen un instrumento apropiado para analizar de que manera influirán las fuerzas determinantes (crecimiento demográfico, desarrollo socioeconómico, y cambios tecnológicos) en las emisiones futuras de gases de invernadero (IPCC, 2000). Según el Panel Intergubernamental contra el Cambio Climático (1994), un escenario es “una representación coherente, internamente consistente y plausible de un posible estado futuro del mundo”.

Para elaborar un escenario, es necesario considerar los factores que hacen incierto el futuro, como son: la incertidumbre en las emisiones de gases de invernadero, la variabilidad natural del clima, los factores poblacionales y naturales, y las fluctuaciones inherentes en la elaboración de los modelos numéricos de proyección.

El grupo de expertos del IPCC creó cuatro líneas evolutivas: A1, A2, B1, B2:

A1: Describe un mundo futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidad y el aumento de las interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante. La familia de escenarios A1 se desarrolla en tres grupos que describen direcciones alternativas del cambio tecnológico en el sistema de energía. Los tres grupos A1 se diferencian en su orientación tecnológica: utilización intensiva de combustibles de origen fósil (A1FI), utilización de fuentes de energía no de origen fósil (A1T), o utilización equilibrada de todo tipo de fuentes (A1B), IPCC, 2000.

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

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

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

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

De los modelos de circulación general, se escogió el PRECIS, modelo regional del Centro Hadley de Inglaterra, para aprovechar sus salidas más locales debido a su alta resolución.

El PRECIS es un modelo regional de alta resolución (Jones, *et al*, 2004), con una cobertura limitada, basado en leyes físicas, representado por ecuaciones matemáticas, que se resuelven usando una malla de tres dimensiones, con la ventaja de poder utilizarse con una computadora personal, gracias al software desarrollado para ese propósito.

Sus componentes son: el flujo dinámico, el ciclo del azufre y las parametrizaciones físicas. El flujo dinámico se refiere al comportamiento de las variables de estado meteorológicas, es una versión de las ecuaciones primitivas (el efecto Coriolis, el equilibrio hidrostático atmosférico, etc.). Este opera en una malla horizontal de $0.44^\circ \times 0.44^\circ$ (latitud X longitud), que da una resolución de 50 km X 50 km y una escala vertical, que va desde 50 km hasta 0.5 hPa en coordenadas σ (coordenadas adimensionales que siguen el contorno del terreno al nivel del suelo y que en la tropopausa ya son horizontales). En cuanto al ciclo del azufre, se refiere a la

simulación de la distribución de los aerosoles sulfatados; una forma de anhídrido sulfuroso, una de dimetilsulfuro y tres formas de sulfatos. Referente a las parametrizaciones físicas, estas son; las nubes y precipitación, los procesos radiativos y las capas superficial y a profundidad del suelo.

El software utilizado es desarrollado por CDAT, hecho específicamente para datos climáticos por PCMDI (Programa para el diagnóstico e intercomparación de modelos climáticos, de California, USA). También incluye el GrADS, paquete usado en la investigación climática para proporcionar datos gráficos, así como software que permite obtener datos numéricos.

Este modelo, es proporcionado gratuitamente, previa capacitación a los países en desarrollo. En este caso, se emplearon las salidas que Cuba proporciona (México no las tiene todavía, por lo menos en Internet).

Para usarlo, en la página en la que el Instituto de Meteorología de Cuba, presenta las salidas de este modelo, se introducen los rangos de latitud y longitud del lugar, así como el parámetro a tratar, el mes y el año, así como el nivel atmosférico y el escenario. El resultado es una gráfica que puede ser coloreada o no, según se desee y en ella, con los valores exactos de latitud y longitud se obtiene el valor deseado de temperatura o lluvia. En la Figura 3 se muestra una gráfica de salida del modelo tal como lo da la página del Instituto de Meteorología de Cuba. En esta gráfica, en el eje x se busca la longitud deseada y en el y la latitud, el punto de cruce serán los grados de temperatura o milímetros de lluvia (según se trate) a sumar o restar:

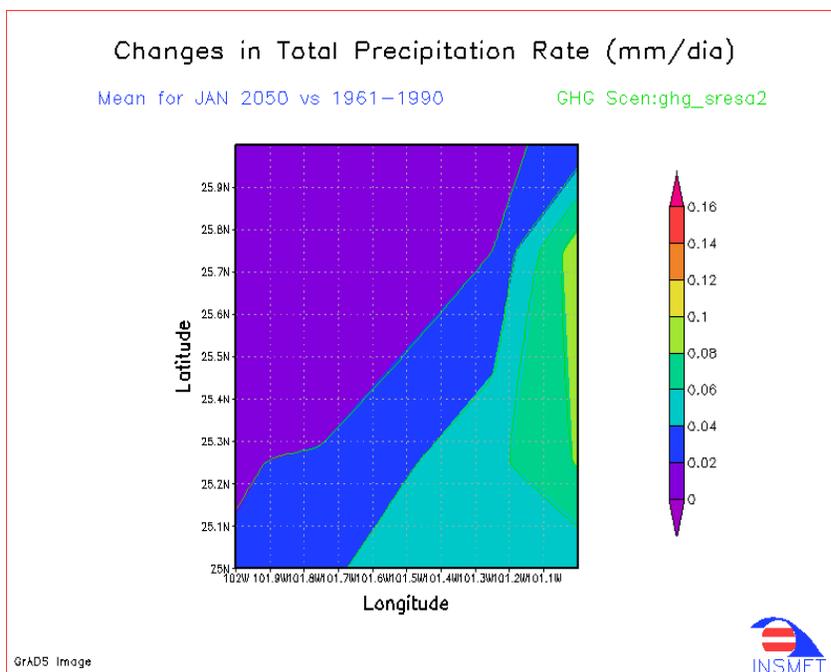


Figura 3. Gráfica de salida para la lluvia, en función de la latitud y longitud del lugar, de acuerdo al modelo PRECIS

Una vez obtenidos los valores para las proyecciones, de la página web del Instituto de Meteorología de Cuba (www.insmet.cu). Estos valores, se sumaron o restaron a los valores de los parámetros del tiempo promedio.

Por ejemplo, si la temperatura media de enero es 12°C y la gráfica del modelo PRECIS da 1.3°C , estos se suman y la temperatura proyectada será de 13.3°C .

Después de que se obtuvieron las proyecciones se graficaron los resultados, para compararlos con los valores medios.

Posteriormente se realizaron mapas del Estado de Coahuila con los valores medios y proyecciones. Estos mapas se efectuaron utilizando el programa ArcView Ver. 3.3, utilizando los

comandos Surface para la interpolación y Layout para editar los mapas con los resultados de cada uno de los escenarios (A2 y B1) para las tres proyecciones (2020, 2050 y 2080).

Finalmente, con las proyecciones de temperatura y precipitación para las tres décadas, se llevó a cabo nuevamente una clasificación climática, con el objetivo de obtener las fórmulas climáticas y buscar diferencias para establecer el grado de cambio climático, no sólo en los valores de lluvia y temperatura, sino también en las fórmulas climáticas.

RESULTADOS Y DISCUSION

La precipitación en casi todo el Estado, se mantiene en promedio o ligeramente arriba, pero cambia su distribución, dando en general, veranos más secos, con períodos más prolongados de poca o nada de lluvia.

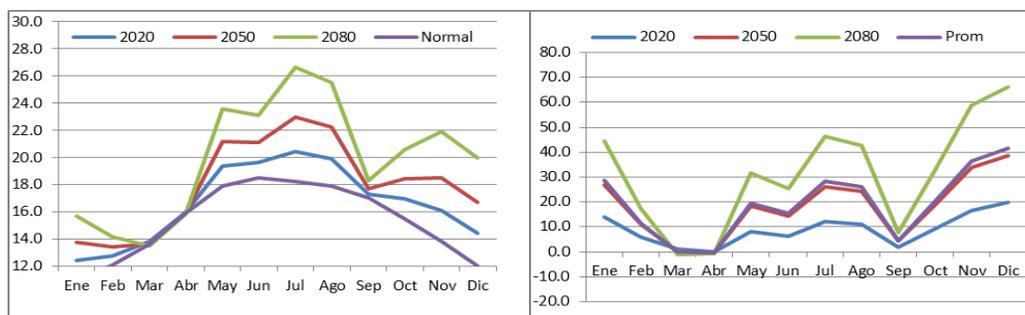
En los cuadros 11 a 38 se muestran los resultados por regiones de la lluvia y la temperatura, así como las gráficas comparativas de estos resultados:

Iniciando con la región Arteaga, se observa que en cuanto a la temperatura, esta se incrementa más en los meses más fríos como Noviembre, Enero y Febrero.

Cuadro 11. Región Arteaga. Proyecciones de Temperatura. Escenario A2

Región Arteaga. Proyecciones													
Escenario A2 Temperatura °C Promedio													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	12.4	12.8	13.8	15.9	19.4	19.7	20.4	19.9	17.3	16.9	16.1	14.4	16.6
2050	13.8	13.4	13.6	15.9	21.2	21.1	22.9	22.2	17.7	18.4	18.5	16.7	18.0
2080	15.7	14.2	13.5	15.8	23.6	23.1	26.6	25.5	18.3	20.6	21.9	20.0	19.9
Normal	10.9	12.1	13.6	15.9	17.9	18.5	18.2	17.9	17.0	15.5	13.8	12.0	15.3

Escenario A2 Temperatura °C Porcentaje Anomalía													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	14.2	5.8	1.3	0.2	8.2	6.5	12.3	11.1	1.9	9.2	16.8	19.8	8.6
2050	26.8	10.9	0.0	-0.3	18.3	14.4	26.0	24.2	4.3	18.9	33.9	38.7	17.6
2080	44.6	17.3	-0.9	-0.6	31.7	25.2	46.3	42.8	7.7	32.7	58.8	66.2	30.3
Prom	28.6	11.3	0.1	-0.2	19.4	15.4	28.2	26.0	4.6	20.3	36.5	41.6	18.8

**Temperatura. Promedio****Temperatura. Porcentaje anomalía**

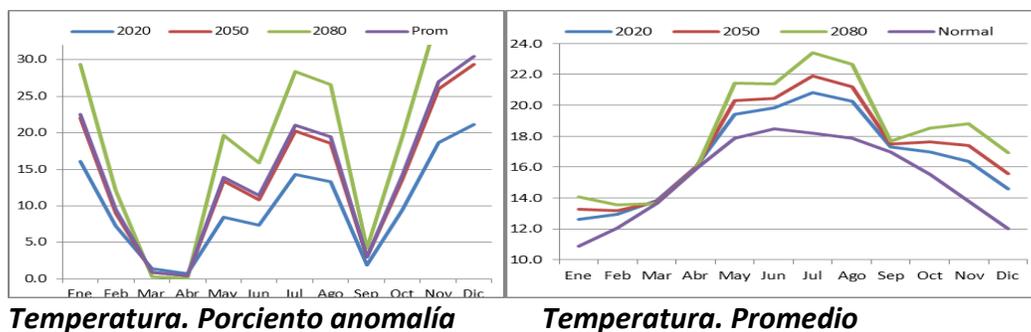
Así mismo, como se esperaba y se observa, tanto en los cuadros como en las gráficas, la temperatura sube, desde el 2020, un 8.6% en promedio, incrementos que se dan en las siguientes proyecciones, siendo cada vez mayor el porcentaje de anomalía, llegando hasta 30.3% en 2080, lo cual implica que en el municipio de Arteaga la temperatura media podría llegar hasta 19.9°C, siendo 15.3°C la actual.

En las gráficas se observa que los meses de verano llegarán a ser calurosos, siendo que actualmente son templados y que los meses de invierno serán menos fríos. La anomalía de temperatura será mayor en Diciembre en todas las proyecciones, subiendo hasta 8°C en 2080.

Cuadro 12. Región Arteaga. Proyecciones de Temperatura. Escenario B1

Región Arteaga. Proyecciones													
Escenario B1	Temperatura °C Promedio												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	12.6	13.0	13.8	16.0	19.4	19.8	20.8	20.3	17.3	17.0	16.4	14.6	16.7
2050	13.3	13.2	13.8	16.0	20.3	20.5	21.9	21.2	17.5	17.6	17.4	15.6	17.3
2080	14.1	13.5	13.7	15.9	21.4	21.4	23.4	22.7	17.7	18.5	18.8	16.9	18.2
Normal	10.9	12.1	13.6	15.9	17.9	18.5	18.2	17.9	17.0	15.5	13.8	12.0	15.3

Escenario B1	Temperatura °C Porcentaje Anomalía												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	16.1	7.3	1.4	0.7	8.5	7.4	14.3	13.3	1.9	9.4	18.7	21.2	9.7
2050	22.1	9.1	0.9	0.5	13.5	10.8	20.3	18.5	3.0	13.7	26.0	29.4	13.6
2080	29.4	12.2	0.3	0.0	19.7	15.9	28.4	26.7	4.1	19.5	36.3	40.8	19.0
Prom	22.5	9.5	0.9	0.4	13.9	11.4	21.0	19.5	3.0	14.2	27.0	30.5	14.1

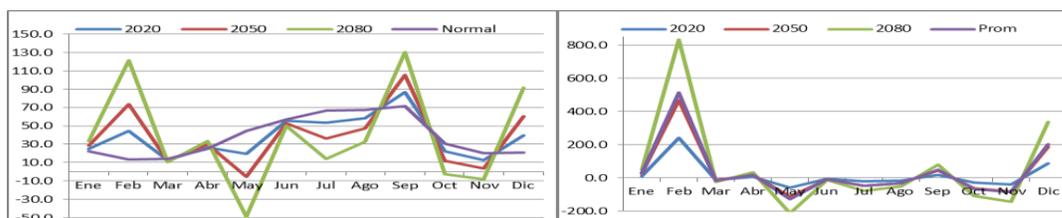


Para el Escenario B1, se observa por igual, la misma tendencia al incremento y en la misma proporción, tanto para los meses de invierno como para los de verano; la única diferencia está en los valores, aquí son menores que en el Escenario A2 como resultado del control de los factores que afectan a las emisiones de CO₂. Diciembre en las tres proyecciones presenta mayor aumento en A2 que en B1 (4.2, 7.2 y 18% respectivamente).

Cuadro 13. Región Artigas. Proyecciones de Precipitación. Escenario A2

Escenario A2	Precipitación (mm)												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	25.2	44.5	12.2	26.6	19.5	55.5	53.2	58.2	86.7	22.0	12.7	39.5	455.7
2050	28.4	73.6	12.1	29.6	-5.7	53.1	36.2	47.1	105.5	11.7	3.6	60.2	455.4
2080	33.3	121.2	10.5	33.3	-49.4	49.8	14.2	32.5	130.2	-2.8	-8.2	91.7	456.6
Normal	22.4	13.0	13.8	25.1	44.6	57.1	66.4	67.4	71.7	30.5	20.1	20.9	453.1

Escenario A2	Precipitación(mm)												Porciento Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	12.5	243.5	-11.6	6.2	-56.4	-2.9	-19.9	-13.7	20.8	-27.9	-36.9	88.8	0.6
2050	26.9	468.7	-12.3	18.0	-112.8	-7.0	-45.5	-30.2	47.1	-61.7	-82.3	187.5	0.5
2080	48.8	836.3	-24.3	32.9	-210.6	-12.8	-78.6	-51.7	81.5	-109.1	-140.8	338.0	0.8
Prom	29.4	516.1	-16.0	19.0	-126.6	-7.5	-48.0	-31.9	49.8	-66.3	-86.7	204.8	0.6



Precipitación. Promedio

Precipitación. Porciento de Anomalía

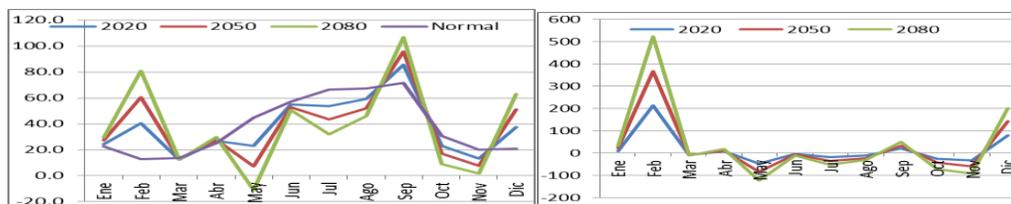
En esta región, se tienen aumentos (casi todas las estaciones) y disminuciones (Arteaga y Jamé) en la precipitación promedio, dando como resultado para toda la región, que la precipitación aumenta en promedio para cada uno de los años, en una proporción no muy alta, como se observa en la tabla de anomalías. Al observar los cambios por mes se observa que en algunos habrá disminución grande, como sucede en Mayo desde 2050, mes que en promedio no lloverá, y también se observa que ya para 2080, Octubre y Noviembre también podrían tener ausencia de lluvia.

Pero también se observan anomalías positivas, aumentos en la lluvia para meses como Enero, Febrero, Abril, Septiembre y Diciembre, siendo Febrero y Diciembre los más favorecidos, con incrementos de hasta 516.1% en promedio, para Febrero y 204.8% para Diciembre.

Cuadro 14. Región Arteaga. Proyecciones de Precipitación. Escenario B1

Escenario B1	Precipitación (mm)												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	24.3	40.6	12.5	27.0	23.1	54.8	53.7	59.3	85.5	22.9	13.2	37.7	454.5
2050	27.3	60.5	12.7	27.7	7.4	53.0	43.3	51.8	95.9	17.1	7.8	51.0	455.4
2080	29.8	80.1	12.0	29.7	-11.5	51.5	32.7	45.8	106.8	9.3	2.0	62.1	450.3
Normal	22.4	13.0	13.8	25.1	44.6	57.1	66.4	67.4	71.7	30.5	20.1	20.9	453.1

Escenario B1	Precipitación(mm)												Porciento Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	9	214	-9	7	-48	-4	-19	-12	19	-25	-34	80	0
2050	22	367	-8	10	-84	-7	-35	-23	34	-44	-61	144	1
2080	33	518	-13	19	-126	-10	-51	-32	49	-70	-90	197	-1
Prom	21	366	-10	12	-86	-7	-35	-22	34	-46	-62	140	0



Precipitación. Promedio

Precipitación. Porciento de Anomalía

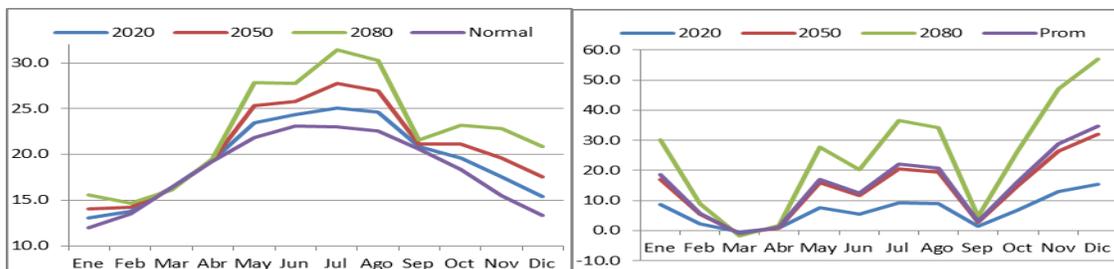
Para este escenario, se mantiene la misma tendencia que en el A2, los mismos lugares tienen aumentos y disminuciones en la precipitación. Las anomalías se dan igual en cuanto a distribución y proporción para cada mes del año. También Febrero y Diciembre tendrán incremento grande en la precipitación, pero será menor que el que se dará según el Escenario A2. Bajo este escenario, casi todos los meses tienen bajas en la precipitación, para las tres proyecciones, aunque será sólo Mayo de 2080, el mes en que ya no lloverá. Comparativamente, en promedio, es muy poca la diferencia porcentual entre A2 y B1 (0.3, 0.0 y 1.4%, respectivamente), pero mes a mes si se observan grandes diferencias, siendo Mayo el que mas diferencia presenta (47.7% en promedio).

De acuerdo a los resultados obtenidos en ambos escenarios, se percibe que el promedio anual en la lluvia no dice nada acerca del cambio que se dará en cada una de las proyecciones, es necesario, observar los cambios mes a mes, ya que estos harán un cambio en la distribución de las lluvias.

Cuadro 15. Región Sureste. Proyecciones de Temperatura. Escenario A2

Región Sureste. Proyecciones													
Escenario A2	Temperatura °C												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	13.0	13.8	16.4	19.4	23.5	24.4	25.1	24.6	20.9	19.6	17.5	15.4	19.5
2050	14.0	14.2	16.3	19.4	25.3	25.8	27.7	27.0	21.1	21.1	19.6	17.6	20.8
2080	15.6	14.7	16.1	19.6	27.9	27.8	31.5	30.3	21.5	23.2	22.8	20.9	22.7
Normal	12.0	13.5	16.4	19.2	21.8	23.1	23.0	22.6	20.6	18.3	15.5	13.3	18.3

Escenario A2	Temperatura °C												Porcentaje Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	8.8	2.3	-0.4	0.8	7.5	5.5	9.1	9.1	1.5	6.9	13.0	15.4	6.5
2050	17.1	5.5	-0.9	0.8	16.1	11.6	20.5	19.3	2.7	15.0	26.5	31.9	13.6
2080	30.1	9.0	-1.7	1.8	27.7	20.1	36.6	34.1	4.7	26.3	47.1	57.0	23.9
Prom	18.7	5.6	-1.0	1.2	17.1	12.4	22.1	20.9	3.0	16.1	28.9	34.8	14.6



Temperatura. Promedio

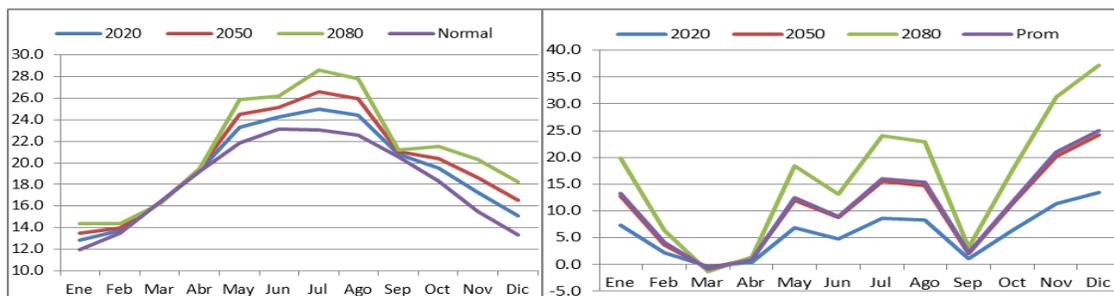
Temperatura. Porciento de anomalía

La temperatura aumenta un promedio de 14.6% para las tres proyecciones, y como se evidencia en las gráficas, son los meses de verano y los de invierno los que tienen los mayores incrementos, resultando en temperaturas medias muy altas, sobre todo para el mes de Julio de 2080 y 20.9°C para Diciembre, de ese mismo año.

Cuadro 16. Región Sureste. Proyecciones de Temperatura. Escenario B1

Región Sureste. Proyecciones													
Escenario B1 Temperatura °C Promedio													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	12.8	13.8	16.4	19.3	23.3	24.3	25.0	24.5	20.8	19.5	17.3	15.1	19.3
2050	13.5	14.0	16.3	19.4	24.5	25.2	26.6	25.9	21.0	20.4	18.6	16.5	20.2
2080	14.3	14.3	16.2	19.5	25.9	26.2	28.6	27.8	21.2	21.6	20.4	18.3	21.2
Normal	12.0	13.5	16.4	19.2	21.8	23.1	23.0	22.6	20.6	18.3	15.5	13.3	18.3

Escenario B1 Temperatura °C Porciento Anomalía													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	7.4	2.1	-0.3	0.5	6.8	4.8	8.7	8.3	1.2	6.4	11.3	13.5	5.8
2050	12.9	3.7	-0.7	1.0	12.0	8.8	15.5	14.8	2.1	11.3	20.2	24.2	10.3
2080	19.9	6.4	-1.3	1.4	18.4	13.2	24.1	22.9	3.2	17.6	31.3	37.2	15.9
Prom	13.4	4.1	-0.8	1.0	12.4	8.9	16.1	15.3	2.2	11.8	21.0	25.0	10.6



Temperatura. Promedio

Temperatura. Porciento de anomalía

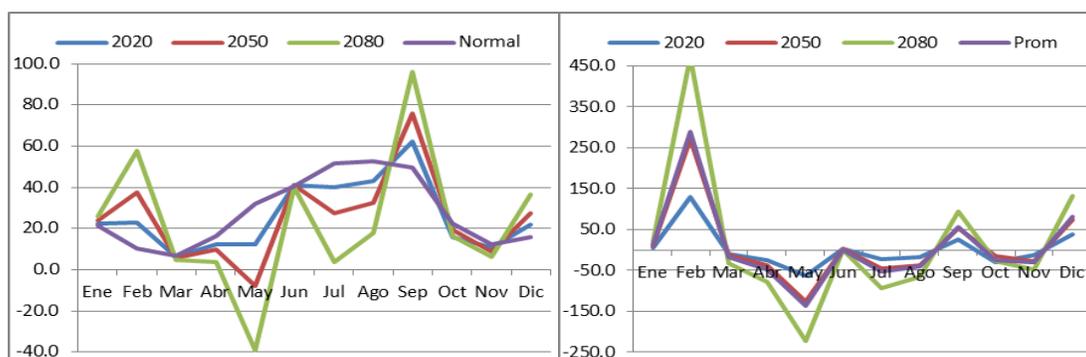
En este escenario, aunque se dan incrementos, no son tan grandes, pues en promedio son casi 3°C para los tres años de proyección y se observa que en el mes de Marzo hasta podría darse una disminución en las temperaturas.

Al igual que en el Escenario A2, los mayores incrementos, se dan en Julio y en Diciembre. Las diferencias entre A2 y B1, son pequeñas, en promedio son: 0.7, 3 y 6.9% para los tres años de proyección respectivamente, y es Diciembre el que presenta mayor diferencia.

Cuadro 17. Región Sureste. Proyecciones de Precipitación. Escenario A2

Región Sureste. Proyecciones													
Escenario A2	Precipitación (mm)												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	22.4	23.2	6.2	12.1	12.3	41.1	40.0	42.9	62.5	16.1	10.9	21.8	311.4
2050	23.8	37.5	6.0	10.0	-8.0	41.3	27.7	32.3	75.9	19.5	9.1	27.5	302.7
2080	25.7	57.8	4.6	3.6	-39.0	40.3	3.7	17.9	96.0	16.4	6.3	36.7	270.1
Normal	21.4	10.1	6.8	16.3	31.9	40.4	51.5	52.6	49.7	22.7	12.3	15.8	331.5

Escenario A2	Precipitación(mm)												Porciento Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	4.8	128.9	-9.0	-25.9	-61.6	1.7	-22.3	-18.4	25.6	-29.0	-11.6	38.5	-6.1
2050	11.2	270.5	-11.5	-38.5	-125.1	2.3	-46.2	-38.5	52.7	-14.2	-26.5	74.6	-8.7
2080	20.1	470.3	-31.8	-77.8	-222.2	0.0	-92.9	-65.9	93.2	-27.9	-48.7	132.8	-18.5
Prom	12.0	289.9	-17.4	-47.4	-136.3	1.3	-53.8	-41.0	57.2	-23.7	-28.9	82.0	-11.1



Precipitación. Promedios

Precipitación. Porciento de anomalía

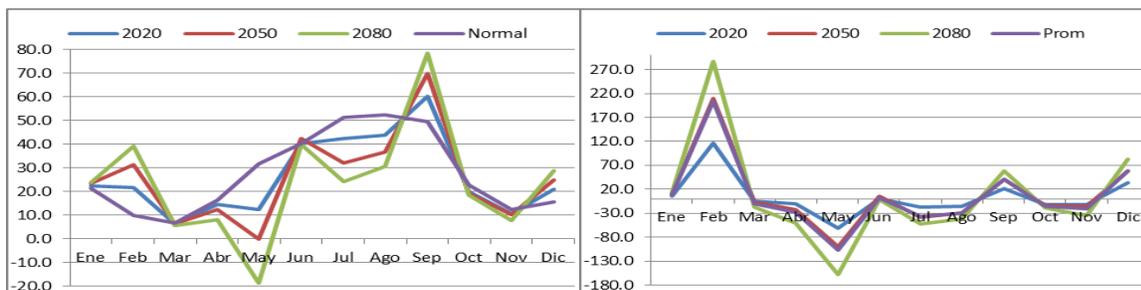
En ésta región se evidencia una disminución en la cantidad de lluvia promedio para cada uno de los años de la proyección, pero al observar los cambios mes a mes, se observa que hay meses en que la cantidad de lluvia aumenta considerablemente, como lo es el mes de Febrero que incrementa la lluvia hasta en un 289.9% en promedio para lastres proyecciones, o el de Diciembre, con un 82%; habiendo otros meses en que también aumenta la cantidad de lluvia.

En cuanto a la disminución en la lluvia, son Mayo y Junio los que más decremento tienen. Llegando incluso a carecer completamente de lluvia en el mes de Mayo, para los años 2050 y 2080.

Cuadro 18. Región Sureste. Proyecciones de Precipitación. Escenario B1

Región Sureste. Proyecciones													
Escenario B1	Precipitación (mm)												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	22.5	21.9	6.5	14.6	12.5	40.2	42.5	44.0	60.5	20.1	10.8	21.0	316.7
2050	23.4	31.3	6.3	12.5	-0.1	42.4	32.1	36.8	69.8	19.4	10.4	25.1	309.5
2080	24.1	39.2	5.6	8.1	-18.7	39.9	24.1	30.6	78.4	18.5	8.0	29.0	286.8
Normal	21.4	10.1	6.8	16.3	31.9	40.4	51.5	52.6	49.7	22.7	12.3	15.8	331.5

Escenario B1	Precipitación(mm)												Por ciento Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	4.9	115.7	-4.4	-10.7	-61.0	-0.5	-17.5	-16.4	21.6	-11.5	-12.5	32.8	-4.5
2050	9.2	208.7	-7.6	-23.1	-100.2	5.2	-37.7	-30.0	40.4	-14.4	-15.5	59.1	-6.6
2080	12.3	287.1	-17.2	-50.2	-158.4	-1.1	-53.2	-41.8	57.8	-18.5	-35.0	83.7	-13.5
Prom	8.8	203.8	-9.7	-28.0	-106.5	1.2	-36.2	-29.4	40.0	-14.8	-21.0	58.6	-8.2



Precipitación. Promedios

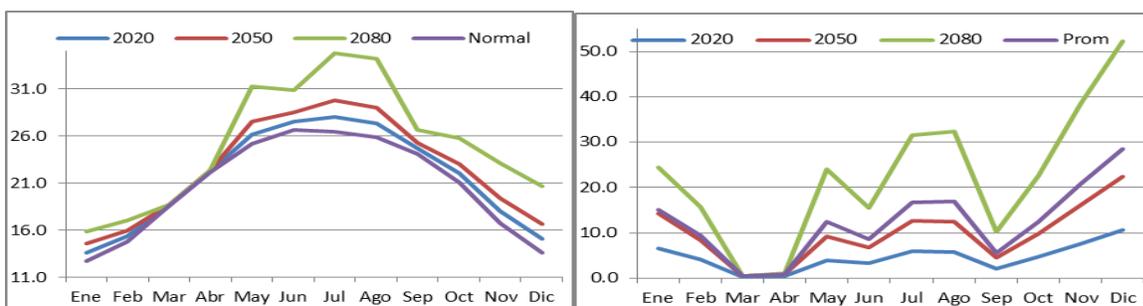
Precipitación. Por ciento de anomalía

Para este escenario, en la Región Sureste, la lluvia puede bajar hasta un promedio de 8.2%, que representa poco, sin embargo, el cambio en la distribución de las lluvias es muy impactante, puesto que habrá meses, como Mayo en que ya no lloverá. Si comparamos el escenario A2 con el B1, notaremos como en el A2 para los tres años de proyección la lluvia disminuye mas que en el B1, siendo en promedio: 1.7, 2.2 y 5.8%, como resultado del mayor control en las emisiones de CO₂.

Cuadro 19. Región Sur. Proyecciones de Temperatura. Escenario A2

Región Sur. Proyecciones													
Escenario A2	Temperatura °C Promedio												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	13.6	15.4	18.7	22.2	26.2	27.6	28.0	27.3	24.6	22.0	18.0	15.0	21.5
2050	14.6	16.0	18.7	22.3	27.5	28.5	29.7	29.1	25.2	23.1	19.4	16.6	22.6
2080	15.9	17.1	18.7	22.4	31.2	30.8	34.8	34.2	26.6	25.8	23.1	20.7	25.1
Normal	12.7	14.7	18.6	22.1	25.2	26.7	26.4	25.8	24.1	21.0	16.7	13.6	20.6

Escenario A2	Temperatura °C Por ciento Anomalía												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	6.7	4.1	0.4	0.5	4.0	3.3	6.0	5.9	2.1	4.7	7.6	10.7	4.4
2050	14.3	8.4	0.5	0.9	9.3	6.9	12.6	12.5	4.6	9.8	16.2	22.5	9.3
2080	24.6	15.8	0.5	1.1	24.1	15.5	31.6	32.5	10.3	22.7	38.5	52.3	21.6
Prom	15.2	9.4	0.4	0.8	12.5	8.6	16.7	16.9	5.7	12.4	20.8	28.5	11.8



Temperatura. Promedio

Temperatura. Por ciento de anomalía

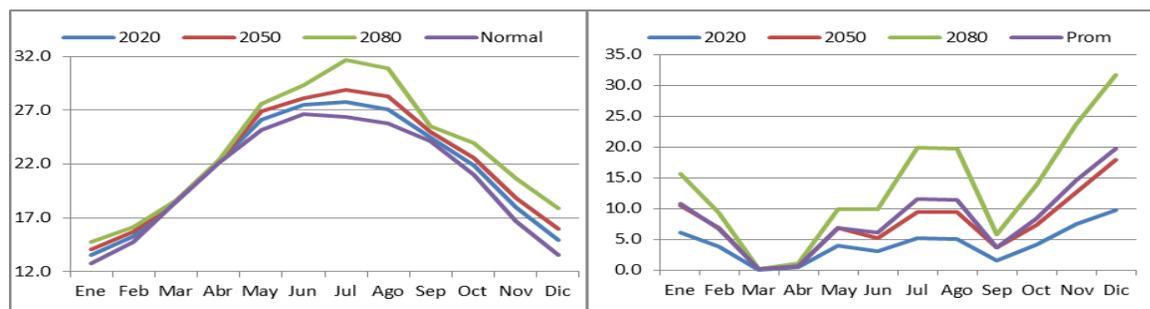
El aumento en las temperaturas es de hasta 11.6% en promedio para los tres años de proyección, dando un incremento de casi 5°C en 2080, en promedio; pero mes a mes este

aumento es muy variable, habiendo meses como Diciembre que sufre un incremento de 52.3% en 2080, es decir casi 7°C; y meses en que tan solo aumenta un 0.5% en Marzo de 2080, siendo sólo 0.1°C de aumento.

Cuadro 20. Región Sur. Proyecciones de Temperatura. Escenario B1

Región Sur. Proyecciones													
Escenario B1 Temperatura °C Promedio													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	13.5	15.3	18.6	22.2	26.2	27.5	27.8	27.1	24.5	21.9	17.9	14.9	21.5
2050	14.1	15.8	18.6	22.3	26.9	28.1	28.9	28.3	25.0	22.6	18.8	16.0	22.1
2080	14.7	16.1	18.6	22.4	27.6	29.3	31.7	30.9	25.5	23.9	20.7	17.9	23.3
Normal	12.7	14.7	18.6	22.1	25.2	26.7	26.4	25.8	24.1	21.0	16.7	13.6	20.6

Escenario B1 Temperatura °C Porcentaje Anomalía													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	6.1	3.9	0.1	0.5	4.0	3.1	5.3	5.0	1.6	4.2	7.5	9.8	4.0
2050	10.6	6.9	0.3	0.7	6.9	5.3	9.5	9.5	3.7	7.4	12.6	18.0	7.1
2080	15.7	9.4	0.2	1.2	9.9	9.9	20.0	19.7	5.8	13.8	23.7	31.7	12.8
Prom	10.8	6.8	0.2	0.8	6.9	6.1	11.6	11.4	3.7	8.5	14.6	19.8	8.0



Temperatura. Promedio

Temperatura. Porcentaje de anomalía

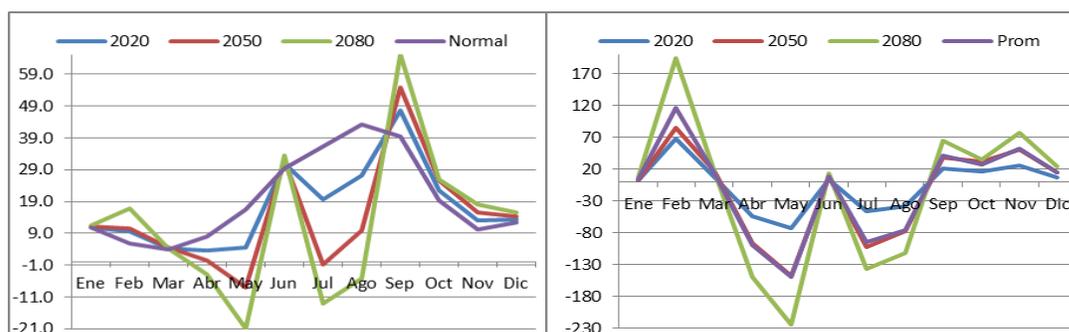
Los incrementos de temperatura, en esta región para el Escenario B1, se dan igual que en el A2, pero no en la misma magnitud, ya que como es de esperarse este escenario da valores menores, así, por ejemplo, en Diciembre de 2060, la temperatura sólo sube poco más de 4°C, contra casi 7°C del escenario A2; produciendo un incremento promedio de 8% para los tres años de proyección. Cuantificando las diferencias entre A2 y B1 en porcentaje, se observa el mismo

comportamiento, la diferencia es muy pequeña para el 2020 (0.8%) y va aumentando para el 2050 y 2080 (3.9% y 15.7%).

Cuadro 21. Región Sur. Proyecciones de Precipitación. Escenario A2

Escenario A2	Precipitación (mm)												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	11.0	9.7	4.1	3.7	4.5	30.8	19.7	27.1	47.7	22.5	13.0	13.4	207.1
2050	11.1	10.7	4.5	0.3	-8.0	32.0	-0.8	10.0	54.8	25.6	15.5	14.3	170.1
2080	11.6	16.9	4.4	-4.0	-20.8	33.6	-13.2	-5.3	65.3	26.1	18.2	15.6	148.4
Normal	10.8	5.7	3.8	8.0	16.6	29.5	36.4	43.4	39.4	19.3	10.3	12.5	235.7

Escenario A2	Precipitación(mm)												Porciento Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	2	68	8	-53	-73	5	-46	-38	21	16	26	7	-12
2050	3	86	17	-96	-148	9	-102	-77	39	33	51	14	-28
2080	7	195	15	-150	-225	14	-136	-112	66	35	78	25	-37.0
Prom	4	116	13	-100	-149	9	-95	-76	42	28	52	15	-25.7



Precipitación. Promedio

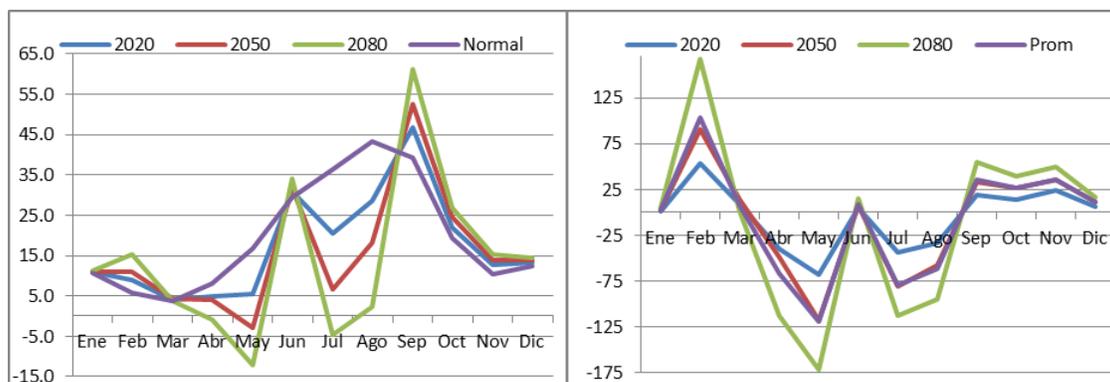
Precipitación. Porciento de anomalía

En cuanto a la lluvia, se observa en general la misma tendencia que en las otras regiones, una disminución media de hasta 25.7% en promedio para las tres proyecciones, siendo Febrero el que presenta aumento mayor en la lluvia. Los meses de Abril, Mayo, Agosto y Septiembre no tendrán lluvia en los tres años.

Cuadro 22. Región Sur. Proyecciones de Precipitación. Escenario B1

Escenario B1	Precipitación (mm)												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	10.9	8.8	4.2	4.9	5.3	30.8	20.4	28.6	46.7	22.1	12.7	13.3	208.7
2050	11.1	10.9	4.3	4.1	-2.9	31.7	6.7	18.2	52.5	24.6	13.9	13.9	189.1
2080	11.3	15.3	3.8	-1.0	-12.0	34.0	-4.7	2.3	61.1	26.9	15.3	14.5	167.0
Normal	10.8	5.8	3.8	8.0	16.6	29.5	36.4	43.4	39.4	19.4	10.3	12.5	235.7

Escenario B1	Precipitación(mm)												Porciento Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	1	54	9	-39	-68	5	-44	-34	19	14	24	6	-11
2050	3	90	13	-49	-118	8	-82	-58	33	27	35	11	-20
2080	4	167	0	-112	-172	15	-113	-95	55	39	49	16	-29
Prom	3	104	8	-67	-119	9	-79	-62	36	27	36	11	-20

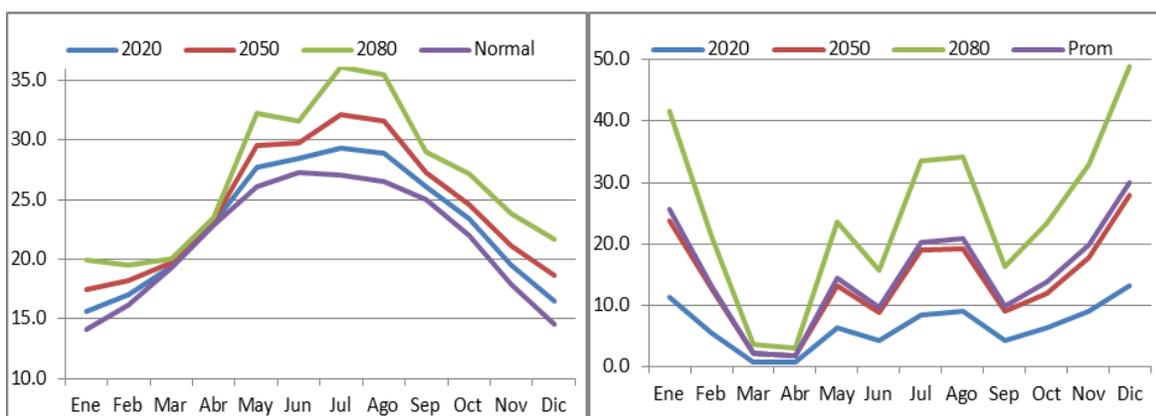
**Precipitación. Promedio****Precipitación. Porciento de anomalía**

Como es de esperarse, la disminución en la lluvia para este escenario es menor, de 20% como promedio para los tres años de proyección, con la misma tendencia, pero con valores menores mes a mes. En promedio, la lluvia disminuye mas en el A2 que en el B1, con un porcentaje de 0.8, 10 y 11.1% para 2020, 2050 y 2080, respectivamente.

Cuadro 23. Región Laguna. Proyecciones de Temperatura. Escenario A2

Región Laguna. Proyecciones													
Escenario A2	Temperatura °C												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	15.7	17.0	19.4	23.0	27.7	28.4	29.4	28.9	26.0	23.4	19.5	16.5	22.9
2050	17.4	18.2	19.7	23.3	29.5	29.7	32.2	31.6	27.2	24.6	21.1	18.6	24.4
2080	19.9	19.5	20.0	23.5	32.2	31.5	36.1	35.5	29.0	27.1	23.8	21.7	26.7
Normal	14.1	16.1	19.3	22.9	26.1	27.3	27.1	26.5	25.0	22.0	17.9	14.6	21.6

Escenario A2	Temperatura °C												Porciento Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	11.3	5.5	0.7	0.7	6.2	4.2	8.5	9.0	4.2	6.3	9.0	13.2	6.3
2050	23.8	12.8	2.2	1.7	13.2	8.8	18.9	19.2	9.0	11.9	17.7	28.0	13.3
2080	41.6	21.3	3.6	3.0	23.6	15.6	33.6	34.1	16.2	23.3	32.8	49.0	23.7
Prom	25.6	13.2	2.2	1.8	14.3	9.5	20.3	20.8	9.8	13.9	19.9	30.1	14.4

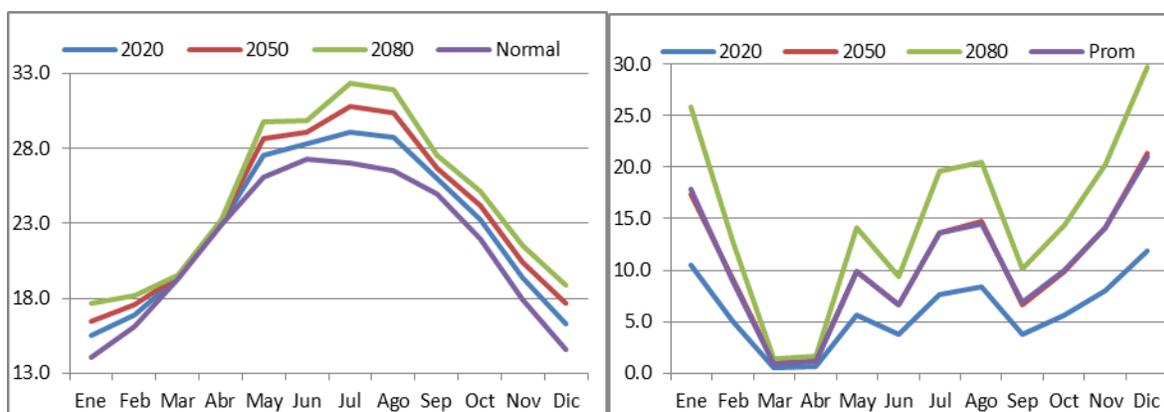
**Temperatura. Promedio****Temperatura. Porciento de anomalía**

Para esta región el incremento en temperatura se dará en 14.4% en promedio, lo cual representa 5°C de aumento para 2080, pero en promedio, porque viendo mes a mes los mayores aumentos se darán en Diciembre y Enero, así como en Julio y Agosto, En Diciembre aumentará hasta 7°C para 2080 y en Julio hasta 9°C.

Cuadro 24. Región Laguna. Proyecciones de Temperatura. Escenario B1

Región Laguna. Proyecciones													
Escenario B1	Temperatura °C												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	15.5	16.9	19.4	23.0	27.5	28.3	29.1	28.7	25.9	23.2	19.4	16.3	22.8
2050	16.5	17.6	19.5	23.1	28.7	29.1	30.8	30.4	26.7	24.2	20.4	17.7	23.7
2080	17.7	18.2	19.6	23.2	29.8	29.8	32.3	31.9	27.5	25.1	21.6	18.9	24.6
Normal	14.1	16.1	19.3	22.9	26.1	27.3	27.1	26.5	25.0	22.0	17.9	14.6	21.6

Escenario B1	Temperatura °C												Porciento Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	10.5	4.9	0.4	0.7	5.6	3.7	7.6	8.4	3.8	5.6	8.0	11.8	5.6
2050	17.3	9.1	1.0	1.1	9.9	6.7	13.7	14.7	6.7	9.9	14.1	21.3	10.0
2080	25.9	12.7	1.4	1.7	14.2	9.4	19.6	20.5	10.1	14.3	20.3	29.8	14.3
Prom	17.9	8.9	0.9	1.1	9.9	6.6	13.6	14.5	6.9	10.0	14.1	21.0	10.0

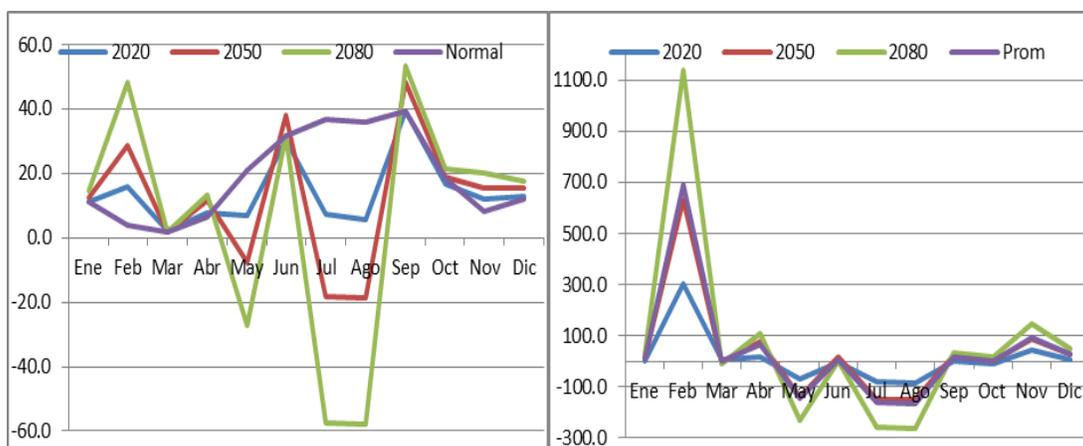
**Temperatura. Promedio****Temperatura. Porciento de anomalía**

Al igual que en los anteriores resultados las tendencias en este escenario son iguales, pero los valores son menores, siendo en este caso que el incremento total es de 10% y Diciembre, con el mayor incremento sube sólo 4.3°C. Comparando A2 y B1, se evidencia, en promedio, que en 2020, la diferencia es poca (0.6%) y que esta diferencia se hace mayor en 2050 (3.0%), más en 2080 (8.3%). Esto hace suponer que de no hacerse nada, los efectos del cambio climático se acelerarán cada vez más.

Cuadro 25. Región Laguna. Proyecciones de Precipitación. Escenario A2

Región Laguna. Proyecciones													
Escenario A2	Precipitación (mm)												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	11.2	15.8	2.1	7.6	7.0	30.2	7.4	5.8	39.2	16.9	11.9	12.8	167.9
2050	12.6	28.6	1.9	11.6	-7.7	37.9	-18.3	-18.5	48.5	19.1	15.6	15.3	146.7
2080	14.5	48.4	1.7	13.5	-27.3	31.6	-57.3	-58.0	53.5	21.5	20.2	17.8	80.3
Normal	11.2	3.9	1.9	6.5	21.1	31.6	36.9	36.1	39.5	18.4	8.2	12.0	227.4

Escenario A2	Precipitación(mm)												Porciento Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	-0.5	305.4	8.8	17.3	-67.0	-4.3	-79.8	-84.0	-0.7	-8.4	44.8	5.9	-26.2
2050	12.6	632.0	-1.7	78.5	-136.4	20.1	-149.6	-151.3	22.8	3.5	89.1	26.9	-35.5
2080	29.5	1140.3	-9.5	107.7	-229.7	0.0	-255.3	-260.9	35.4	17.0	145.5	48.0	-64.7
Prom	13.9	692.6	-0.8	67.8	-144.4	5.3	-161.5	-165.4	19.1	4.0	93.2	26.9	-42.1

**Precipitación. Promedio****Precipitación. Porciento de anomalía**

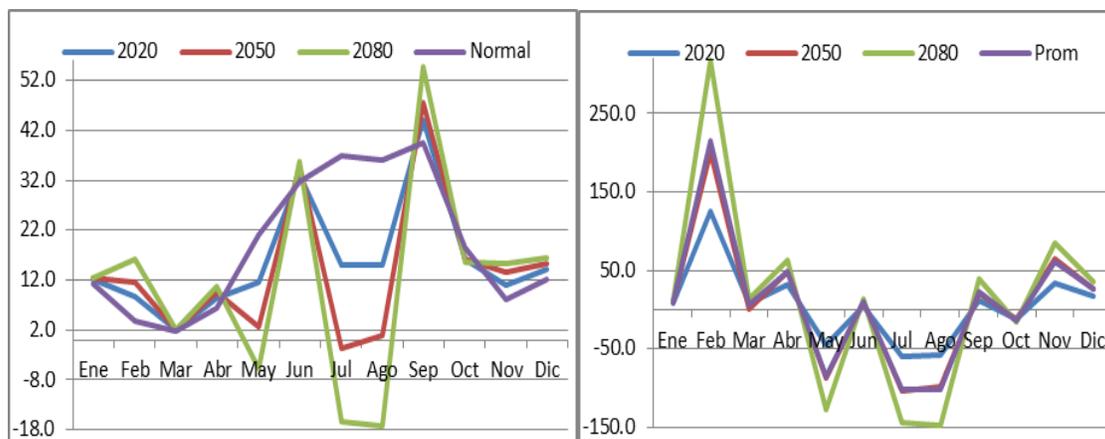
Aquí la disminución en la lluvia es muy alta, hasta el 42%, dando en total, más de 100 mm anuales de decremento. Lo diferente de esta región es que en el promedio de los tres años de proyección hay 4 meses sin lluvia, lo cual no sucede en ninguna de las regiones porque en todas en 2080 hay algunos meses sin lluvia, pero no en el promedio como sucede aquí. Además, la falta de lluvia ya aparece desde 2050 en 3 meses.

Sin embargo, hay incrementos, como los de Febrero en donde podría llegar a 1140% el incremento. Otros meses que también verán aumento en la lluvia son los de invierno.

Cuadro 26. Región Laguna. Proyecciones de Precipitación. Escenario B1

Región Laguna. Proyecciones													
Escenario B1	Precipitación (mm)							Promedio					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	12.2	8.8	2.1	8.5	11.7	33.1	15.1	14.9	44.1	16.3	10.9	14.1	191.8
2050	12.4	11.7	1.9	9.7	2.7	34.8	-1.6	0.8	47.6	16.1	13.5	15.2	164.8
2080	12.4	16.3	2.2	10.6	-5.7	35.7	-16.4	-17.1	54.7	15.6	15.2	16.4	139.8
Normal	11.2	3.9	1.9	6.5	21.1	31.6	36.9	36.1	39.5	18.4	8.2	12.0	227.4

Escenario B1	Precipitación(mm)							Por ciento Anomalía					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	8.7	124.8	7.1	30.9	-44.5	4.9	-59.0	-58.7	11.5	-11.6	32.7	16.9	-15.7
2050	10.1	200.2	0.4	48.6	-87.2	10.0	-104.2	-97.8	20.5	-12.7	64.1	26.3	-27.5
2080	10.8	317.4	13.0	62.4	-126.9	12.9	-144.5	-147.5	38.4	-15.5	84.7	36.1	-38.5
Prom	9.9	214.1	6.8	47.3	-86.2	9.3	-102.6	-101.3	23.5	-13.3	60.5	26.4	-27.2



Precipitación. Promedio

Precipitación. Por ciento de anomalía

Para este escenario, las disminuciones en la lluvia no son tan elevadas y aquí, en el promedio, si hay lluvia en todos los meses, aunque la ausencia de lluvias aparece también desde 2050, pero sólo en un mes.

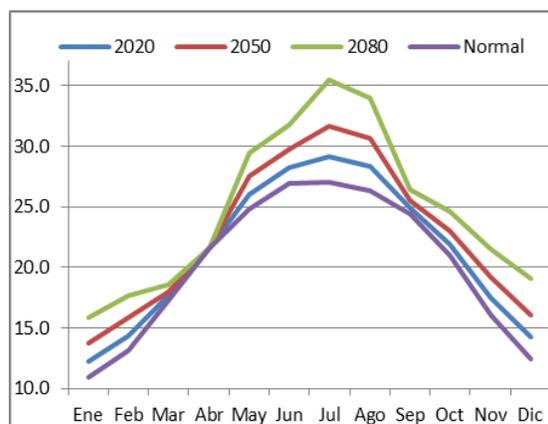
Es Agosto el mes en que baja más la lluvia y también en Febrero se da un incremento importante.

En cuanto a la diferencia con A2, se observa el mismo patrón que en las otras regiones, la lluvia disminuye menos, en 12.0%, 11.0% y 42.0% respectivamente, para las proyecciones 2020, 2050 y 2080.

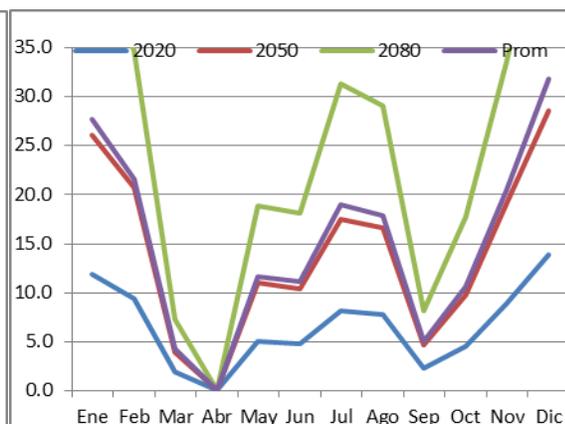
Cuadro 27. Región Desierto-Ocampo. Proyecciones de Temperatura. Escenario A2

Región Desierto-Ocampo. Proyecciones													
Escenario A2 Temperatura °C Promedio													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	12.2	14.3	17.6	21.6	26.0	28.2	29.2	28.4	24.9	21.9	17.5	14.2	22.2
2050	13.7	15.8	18.0	21.6	27.5	29.7	31.7	30.7	25.5	23.0	19.1	16.0	22.6
2080	15.8	17.6	18.6	21.6	29.5	31.8	35.5	34.0	26.4	24.7	21.5	19.1	24.3
Normal	10.9	13.1	17.3	21.6	24.8	26.9	27.0	26.3	24.4	20.9	16.1	12.5	20.1

Escenario A2 Temperatura °C Porciento Anomalía													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	11.9	9.4	1.9	0.1	5.0	4.8	8.1	7.8	2.3	4.6	8.9	13.9	10.0
2050	26.1	20.7	3.9	0.0	11.0	10.4	17.5	16.6	4.7	9.8	19.1	28.6	12.0
2080	45.1	34.7	7.3	0.1	18.9	18.1	31.4	29.1	8.2	17.7	33.6	53.0	20.7
Prom	27.7	21.6	4.4	0.1	11.6	11.1	19.0	17.9	5.1	10.7	20.5	31.9	14.3



Temperatura. Promedio



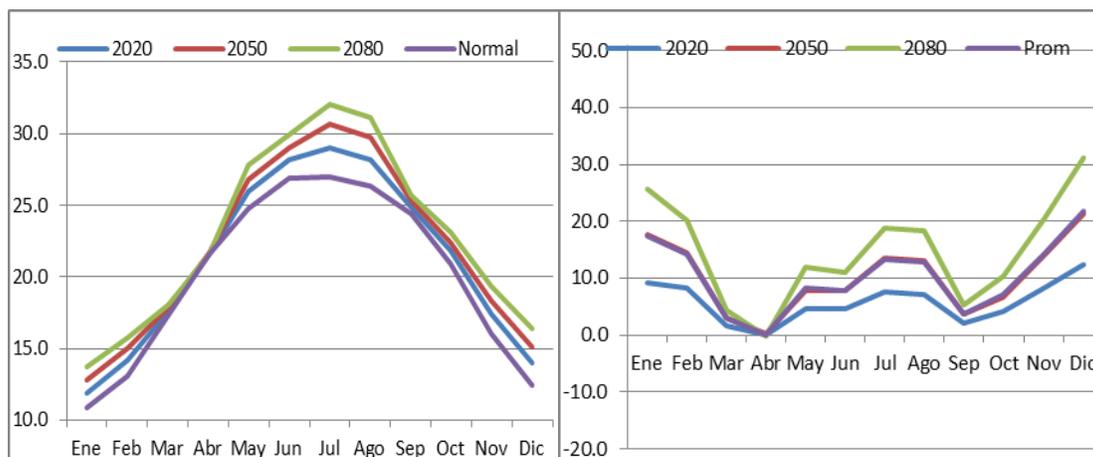
Temperatura. Porciento de anomalía

En ésta región el incremento en las temperaturas es de un 15.2%, lo que representa un aumento de 4.2°C en promedio para los tres años de proyección, siendo Julio el mes en que más se incrementa proporcionalmente, dando un aumento de 9.4°C en 2080. La tendencia se mantiene, al igual que en las otras regiones, lo cual se puede observar en las gráficas.

Cuadro 28. Región Desierto-Ocampo. Proyecciones de Temperatura. Escenario B1

Región Desierto-Ocampo. Proyecciones													
Escenario B1 Temperatura °C Promedio													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	11.9	14.2	17.6	21.6	25.9	28.2	29.0	28.2	24.9	21.8	17.4	14.0	21.2
2050	12.8	15.0	17.8	21.6	26.8	29.0	30.7	29.7	25.3	22.4	18.3	15.1	22.0
2080	13.7	15.8	18.1	21.5	27.8	29.9	32.1	31.1	25.7	23.1	19.3	16.4	22.9
Normal	10.9	13.1	17.3	21.6	24.8	26.9	27.0	26.3	24.4	20.9	16.1	12.5	20.1

Escenario B1 Temperatura °C Porciento Anomalía													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	9.2	8.2	1.8	0.0	4.6	4.6	7.6	7.2	2.0	4.1	8.3	12.4	5.3
2050	17.6	14.5	3.1	0.3	7.9	7.8	13.6	13.0	3.7	6.7	14.0	21.4	9.4
2080	25.6	20.3	4.5	-0.1	12.0	11.1	18.9	18.3	5.4	10.4	20.4	31.3	13.5
Prom	17.4	14.3	3.1	0.1	8.2	7.9	13.4	12.8	3.7	7.1	14.2	21.7	9.4



Temperatura. Promedio

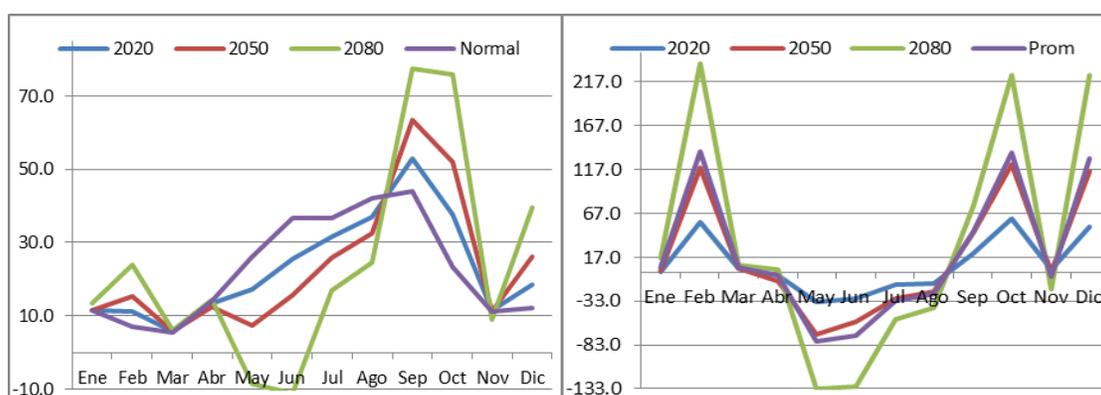
Temperatura. Porciento de anomalía

Para este escenario el aumento en las temperaturas es de apenas 2.8°C en promedio para los tres años de proyección, que representan un aumento del 9.4%, y es Diciembre el mes en que aumenta más, con casi 6°C de aumento. Será en el invierno cuando se den los más altos incrementos en las temperaturas para esta región. En cuanto a la comparación de A2 con B1, la temperatura aumenta más en A2, en 2.3, 8.1, y 16.8% para los años de proyección.

Cuadro 29. Región Desierto-Ocampo. Proyecciones de Precipitación. Escenario A2

Escenario A2	Precipitación (mm)												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	11.5	11.1	5.7	13.4	17.2	25.5	31.4	36.9	53.1	37.5	11.4	18.4	273.2
2050	11.6	15.4	5.7	12.5	7.4	15.8	25.9	32.5	63.5	52.0	11.0	26.2	279.4
2080	13.3	23.8	6.0	14.3	-8.4	-11.2	16.9	24.7	77.3	75.8	8.9	39.6	280.8
Normal	11.5	7.1	5.5	13.9	26.0	36.7	36.8	42.0	44.0	23.3	11.1	12.2	270.0

Escenario A2	Precipitación(mm)												Porcentaje Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	0.4	57.3	3.9	-3.3	-33.7	-30.5	-14.5	-12.4	20.7	60.9	3.1	51.1	1.2
2050	1.3	118.6	4.0	-10.2	-71.6	-57.1	-29.6	-22.8	44.5	122.9	-0.3	114.7	3.5
2080	15.7	237.5	8.6	2.9	####	####	-54.0	-41.3	75.8	224.9	-19.4	224.5	4.0
Prom	5.8	137.8	5.5	-3.5	-79.2	-72.7	-32.7	-25.5	47.0	136.2	-5.5	130.1	2.9



Precipitación. Promedio

Precipitación. Porcentaje de anomalía

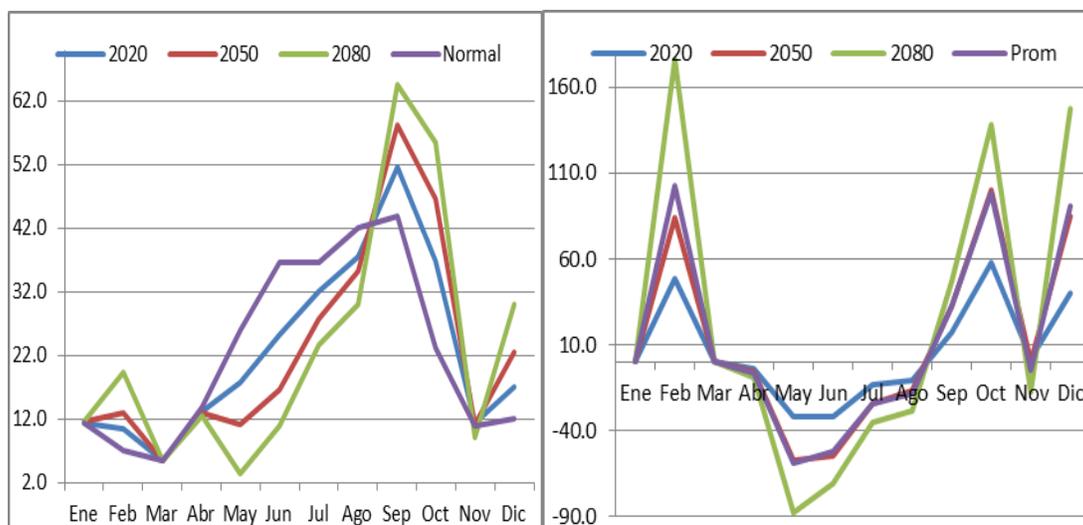
Para esta región se espera un aumento en la precipitación de 4.2% en promedio para los tres años de proyección, pero mes a mes se observan disminuciones importantes, como los son

los meses de Abril a Agosto y Noviembre. En el resto la lluvia aumenta, hasta 245% en Febrero, dando como resultado que en promedio se dé un incremento, que no es muy halagador viendo el comportamiento mes a mes.

Cuadro 30. Región Desierto-Ocampo. Proyecciones de Precipitación. Escenario B1

Escenario B1	Precipitación (mm)												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2020	11.5	10.5	5.5	13.3	17.8	25.2	32.0	37.6	51.7	36.9	11.3	17.1	270.4
2050	11.5	13.0	5.5	13.1	11.2	16.6	27.8	35.2	58.2	46.6	11.1	22.6	272.3
2080	11.5	19.5	5.5	12.6	3.4	10.9	23.7	30.0	64.6	55.6	9.2	30.1	276.6
Normal	11.5	7.1	5.5	13.9	26.0	36.7	36.8	42.0	44.0	23.3	11.1	12.2	270.0

Escenario B1	Precipitación(mm)												Porciento Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2020	0.2	48.8	0.7	-4.0	-31.5	-31.3	-12.9	-10.6	17.5	58.0	2.4	39.9	0.2
2050	0.5	83.8	0.1	-5.7	-57.0	-54.7	-24.5	-16.2	32.3	99.7	0.2	85.2	0.9
2080	0.5	175.8	0.7	-9.1	-87.1	-70.2	-35.5	-28.7	46.9	138.3	-17.2	147.2	2.5
Prom	0.4	102.8	0.5	-6.3	-58.6	-52.1	-24.3	-18.5	32.2	98.7	-4.8	90.7	1.2

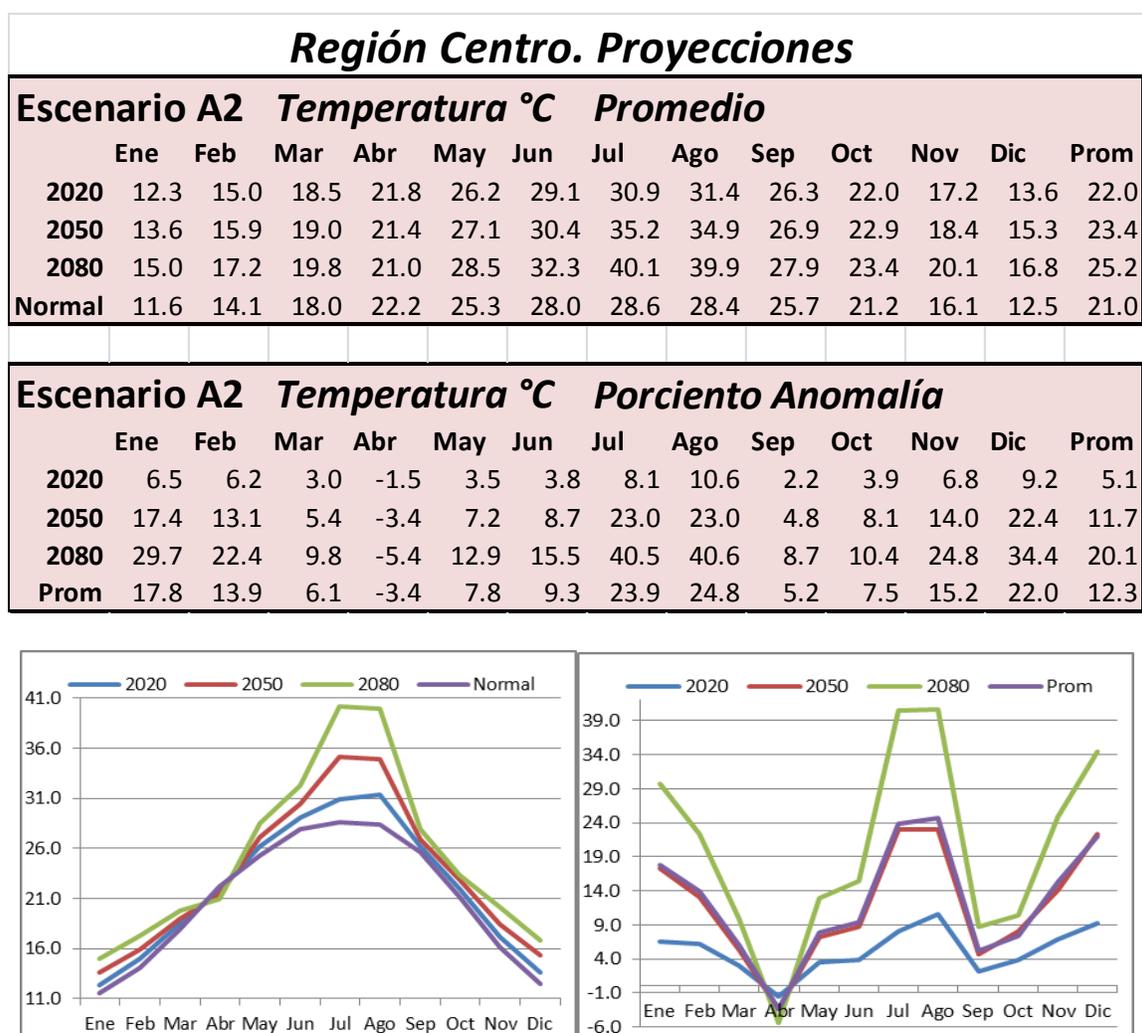


Precipitación. Promedio

Precipitación. Porciento de anomalía

Aquí en el Escenario B1 también se ve un incremento en la lluvia, aunque menor que en el A2, de tan solo 1.5% en promedio para los tres años de proyección. Igual los mismos meses que presentan disminución en el A2, la presentan en este escenario, pero en menor cuantía. En promedio, la precipitación aumenta más en A2 que en B1, 1.0%, 2.6% y 1.5%, para los años 2020, 2050 y 2080, respectivamente.

Cuadro 31. Región Centro. Proyecciones de Temperatura. Escenario A2



Temperatura. Promedio

Temperatura. Porcentaje de anomalía

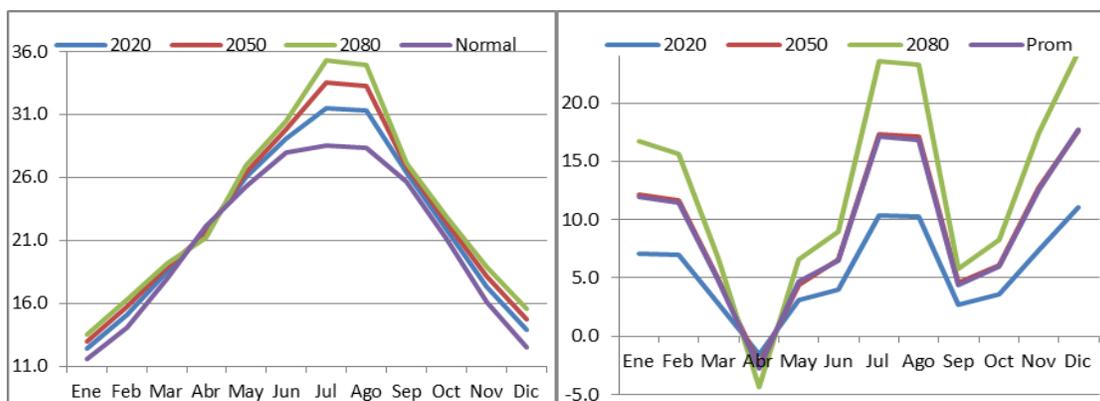
Para esta región, en éste escenario no se espera mucho aumento en las temperaturas, ya que en promedio se espera que tan solo suban 4.2°C, es decir un 12.3%. Agosto, con 24.8% es el mes con mayor incremento en las temperaturas, 11.5°C para 2080. En Abril, las temperaturas bajarán.

Como se muestra en las gráficas, la tendencia persiste, suben las temperaturas en verano y en invierno.

Cuadro 32. Región Centro. Proyecciones de Temperatura. Escenario B1

Región Centro. Proyecciones													
Escenario B1 Temperatura °C Promedio													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	12.4	15.1	18.5	21.8	26.1	29.1	31.5	31.3	26.4	21.9	17.3	13.9	22.1
2050	13.0	15.7	18.9	21.6	26.4	29.8	33.5	33.3	26.9	22.4	18.2	14.7	23.0
2080	13.5	16.3	19.2	21.2	27.0	30.5	35.3	35.0	27.2	22.9	18.9	15.5	23.8
Normal	11.6	14.1	18.0	22.2	25.3	28.0	28.6	28.4	25.7	21.2	16.1	12.5	21.0

Escenario B1 Temperatura °C Porcentaje Anomalía													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	7.0	7.0	2.8	-1.5	3.1	4.0	10.4	10.2	2.8	3.6	7.3	11.0	5.6
2050	12.1	11.7	4.9	-2.4	4.4	6.5	17.3	17.2	4.6	6.1	12.8	17.6	9.5
2080	16.7	15.7	6.7	-4.4	6.6	9.0	23.5	23.2	5.8	8.3	17.4	24.4	13.4
Prom	12.0	11.4	4.8	-2.8	4.7	6.5	17.1	16.9	4.4	6.0	12.5	17.7	9.5



Temperatura. Promedio

Temperatura. Porcentaje de anomalía

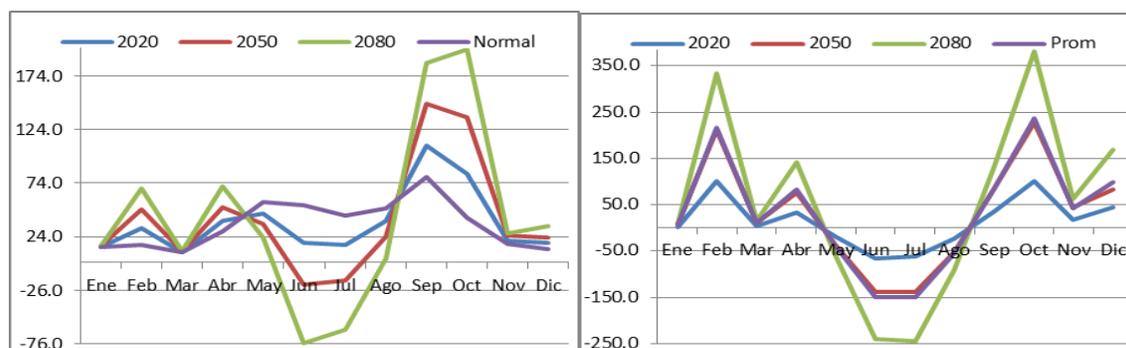
Por ser el escenario B1, se ve que a pesar de que los incrementos en las temperaturas se siguen dando, son de menor intensidad con este escenario y para 2080, en Agosto, la temperatura se incrementa en 6.6°C, lo cual hace menos drástico el resultado. En Abril, también bajan las temperaturas, pero menos que en A2 (0.7%).

Las gráficas son iguales, con la misma forma que para el Escenario A2, pero los valores son menores, como se observa en los ejes de coordenadas. En promedio, las temperaturas suben mas en el A2: 0.7%, 2.4% y 6.9%, para cada año de proyección respectivamente.

Cuadro 33. Región Centro. Proyecciones de Precipitación. Escenario A2

Región Centro. Proyecciones													
Escenario A2	Precipitación (mm)							Promedio					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	14.4	31.9	9.9	38.9	45.9	17.9	16.3	38.5	109.3	82.9	20.1	18.3	444.3
2050	15.2	49.8	10.5	51.6	35.5	-20.9	-16.5	24.2	148.2	134.9	24.7	23.1	480.2
2080	15.4	69.3	10.8	70.7	23.2	-75.4	-63.0	4.2	186.5	198.5	27.5	33.9	501.6
Normal	14.1	16.0	9.4	29.2	56.2	53.7	43.3	50.1	80.0	41.2	17.0	12.6	422.9

Escenario A2	Precipitación(mm)							Porciento Anomalía					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	2.2	100.2	4.9	33.1	-18.3	-66.7	-62.4	-23.2	36.5	100.9	18.5	45.3	5.1
2050	7.8	212.0	10.8	76.4	-36.9	-138.9	-138.0	-51.7	85.1	227.1	45.4	82.9	13.5
2080	9.1	334.4	14.3	141.9	-58.7	-240.4	-245.4	-91.7	133.0	381.2	61.9	168.6	18.6
Prom	6.4	215.5	10.0	83.8	-38.0	-148.6	-148.6	-55.5	84.9	236.4	42.0	98.9	12.4



Precipitación. Promedio

Precipitación. Porciento de anomalía

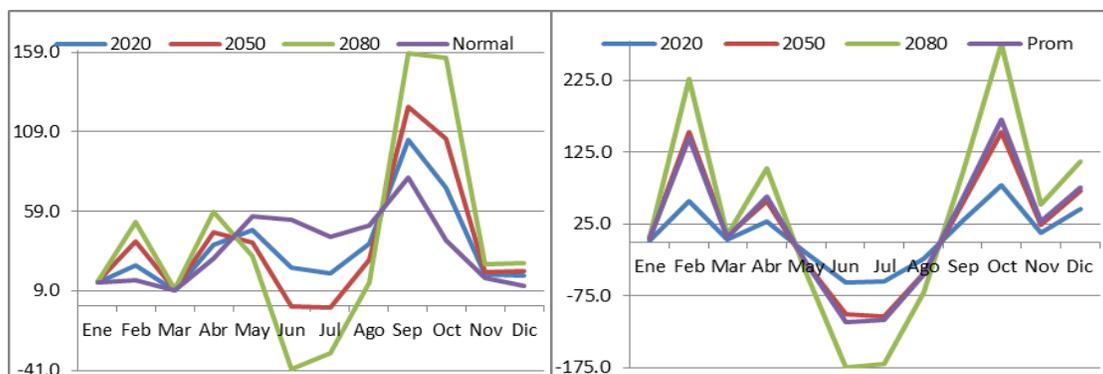
Para esta región, en promedio, observamos un incremento en la precipitación de 12.4% anual. Pero si observamos mes a mes, notamos que habrá hasta 4 meses en promedio, sin lluvia y son los de mayor temperatura.

Comparando la curva de la precipitación media en la gráfica, con las proyecciones, percibimos que habrá meses en que hay un gran aumento en la lluvia, como son los meses de otoño y de invierno. Es Octubre el mes en que se ve un mayor incremento, seguido de Febrero.

Cuadro 34. Región Centro. Proyecciones de Precipitación. Escenario B1

Región Centro. Proyecciones													
Escenario B1	Precipitación (mm)							Promedio					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	14.4	25.1	9.8	37.9	47.4	23.7	19.8	38.8	103.8	73.8	19.1	18.4	432.1
2050	14.9	40.4	10.2	46.2	39.6	-0.5	-1.2	28.6	124.8	104.6	21.0	21.6	450.1
2080	15.0	52.1	10.4	59.2	31.3	-40.2	-30.2	14.7	158.2	155.3	25.8	26.8	478.2
Normal	14.1	16.0	9.4	29.2	56.2	53.7	43.3	50.1	80.0	41.2	17.0	12.6	422.9

Escenario B1	Precipitación(mm)							Por ciento Anomalía					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	2.2	57.2	3.5	29.5	-15.6	-55.9	-54.2	-22.5	29.7	79.0	12.6	46.0	2.2
2050	5.2	153.0	8.4	57.9	-29.6	-101.0	-102.8	-42.9	55.9	153.6	23.5	71.6	6.4
2080	6.0	226.6	10.1	102.3	-44.3	-174.9	-169.7	-70.7	97.7	276.5	51.8	112.4	13.1
Prom	4.4	145.6	7.4	63.2	-29.8	-110.6	-108.9	-45.4	61.1	169.7	29.3	76.7	7.2



Precipitación. Promedio

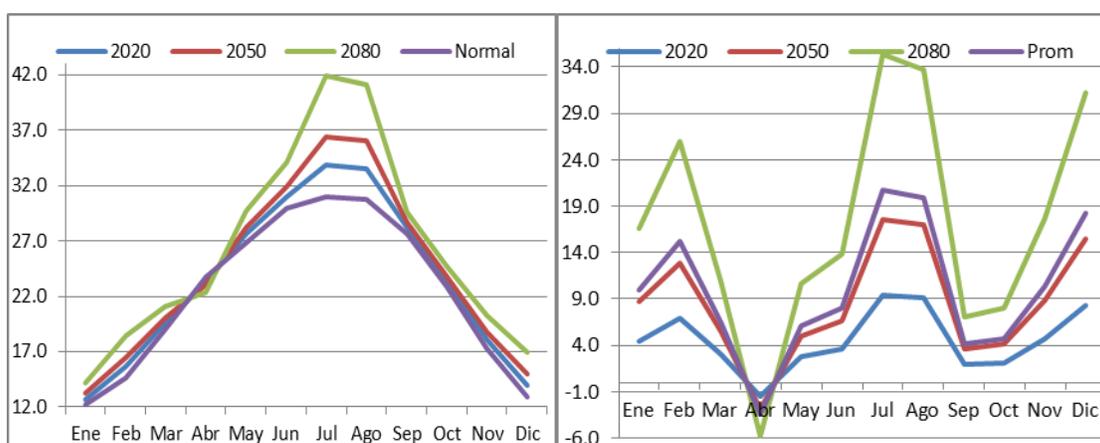
Precipitación. Por ciento de anomalía

Al igual que en las otras regiones, en éste escenario baja el efecto de los factores generadores del cambio climático en él incluidos, pero se conserva la tendencia, arrojando un resultado menos acentuado, es decir, sigue el aumento de lluvia en promedio y los mayores incrementos se dan en los meses de Octubre y Febrero, persistiendo la ausencia de lluvias en los meses de verano. El incremento en la precipitación será mayor bajo el escenario A2 que el B1, ya que se tendrán diferencias de 2.9%, 5.5% y 3.0% para 2020, 2050 y 2080, respectivamente.

Cuadro 35. Región Frontera. Proyecciones de Temperatura. Escenario A2

Región Frontera. Proyecciones													
Escenario A2 Temperatura °C Promedio													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	12.7	15.7	19.6	23.3	27.6	31.0	33.9	33.6	28.2	23.4	18.1	14.0	23.4
2050	13.2	16.5	20.0	23.0	28.2	31.9	36.4	36.0	28.7	23.9	18.8	14.9	24.3
2080	14.2	18.4	21.1	22.3	29.7	34.1	42.0	41.2	29.6	24.7	20.3	16.9	26.2
Normal	12.2	14.6	19.0	23.7	26.9	30.0	31.0	30.8	27.7	22.9	17.3	12.9	22.4

Escenario A2 Temperatura °C Porciento Anomalía													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	4.4	7.0	3.1	-1.5	2.8	3.6	9.4	9.1	1.9	2.1	4.7	8.3	4.5
2050	8.7	12.8	5.5	-2.8	5.0	6.6	17.5	17.0	3.5	4.2	8.8	15.5	8.5
2080	16.6	26.0	10.9	-5.8	10.6	13.8	35.3	33.7	7.0	8.0	17.6	31.2	17.0
Prom	9.9	15.3	6.5	-3.4	6.1	8.0	20.7	19.9	4.2	4.7	10.4	18.3	10.0



Temperatura. Promedio

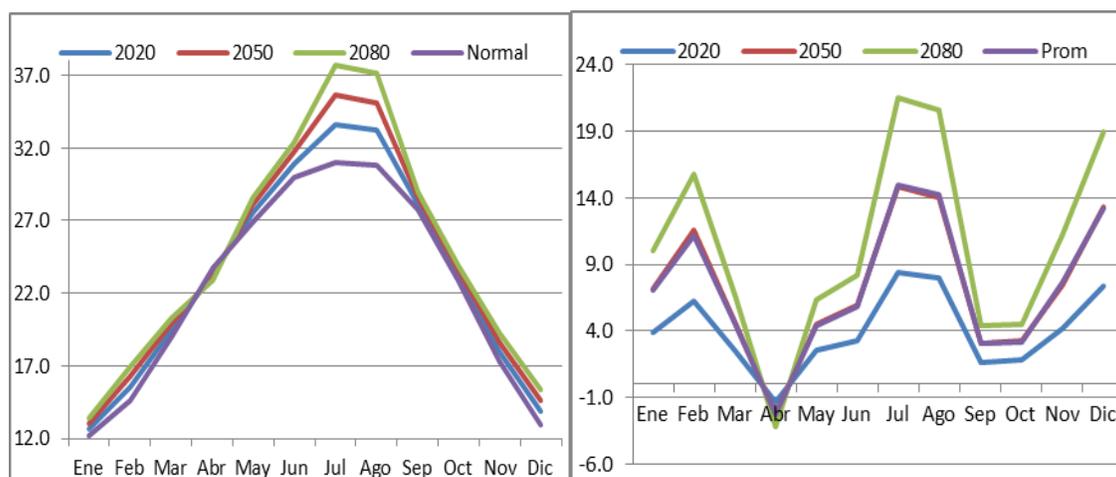
Temperatura. Porciento de anomalía

Para éste escenario el porcentaje de anomalía en promedio es de 12%, notando un mayor incremento en los meses de verano, como era de esperarse, pero también la temperatura sube mucho para el invierno, en Diciembre sube un 31.2%, superado sólo por Julio, con un 35.3%, que podría tener en 2080 una temperatura media de 42°C, con un incremento de 11°C. La temperatura sigue bajando para el mes de Abril, como en otras regiones.

Cuadro 36. Región Frontera. Proyecciones de Temperatura. Escenario B1

Región Frontera. Proyecciones													
Escenario B1 Temperatura °C Promedio													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	12.6	15.6	19.5	23.4	27.6	30.9	33.6	33.3	28.2	23.3	18.0	13.9	23.3
2050	13.0	16.3	19.9	23.1	28.1	31.7	35.6	35.1	28.6	23.6	18.6	14.6	24.0
2080	13.4	16.9	20.3	22.9	28.6	32.4	37.7	37.1	28.9	23.9	19.2	15.4	24.7
Normal	12.2	14.6	19.0	23.7	26.9	30.0	31.0	30.8	27.7	22.9	17.3	12.9	22.4

Escenario B1 Temperatura °C Porciento Anomalía													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	3.9	6.3	2.5	-1.3	2.5	3.3	8.4	8.0	1.7	1.8	4.2	7.4	4.0
2050	7.2	11.5	4.7	-2.3	4.5	6.0	14.9	14.1	3.1	3.3	7.5	13.3	7.2
2080	10.1	15.8	6.7	-3.2	6.3	8.2	21.5	20.6	4.4	4.5	11.3	19.0	10.4
Prom	7.1	11.2	4.7	-2.3	4.4	5.8	14.9	14.2	3.1	3.2	7.7	13.2	7.2



Temperatura. Promedio

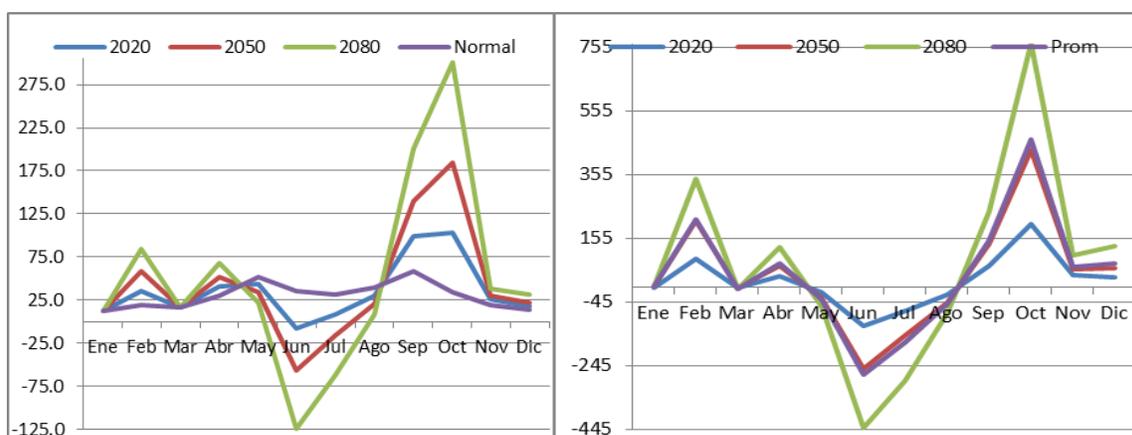
Temperatura. Porciento de anomalía

En este escenario, a pesar de que los incrementos son menores que para el A2, las temperaturas subirán muchísimo, es decir, no importa que el resultado sea menos drástico, los efectos serán costosos, bajo todos los aspectos. En comparación en el Escenario A2, las temperaturas subirán 0.5%, 1.1% y 6.0% mas para cada año, en promedio. En el mes de Abril, en el B1, bajarán menos las temperaturas que en el A2 (1.1%).

Cuadro 37. Región Frontera. Proyecciones de Precipitación. Escenario A2

Escenario A2	Precipitación (mm)												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	12.1	35.9	17.1	41.3	43.8	-8.1	8.5	30.7	99.0	103.7	26.6	18.2	428.8
2050	12.3	58.9	16.9	51.5	34.1	-56.1	-15.5	20.7	140.2	184.7	30.4	22.1	500.4
2080	12.2	84.1	16.5	68.7	21.9	-123.6	-61.2	8.0	200.2	300.5	38.8	31.3	597.5
Normal	12.0	19.0	17.3	30.5	52.1	36.2	31.8	39.7	59.2	34.7	19.3	13.6	365.5

Escenario A2	Precipitación(mm)												Porciento Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	1	89	-1	36	-16	-122	-73	-23	67	199	38	33	17
2050	2	210	-2	69	-35	-255	-149	-48	137	432	57	62	37
2080	1	343	-4	126	-58	-442	-293	-80	238	765	101	130	63
Prom	1	214	-3	77	-36	-273	-172	-50	147	465	65	75	39



Precipitación. Promedio

Precipitación. Porciento de anomalía

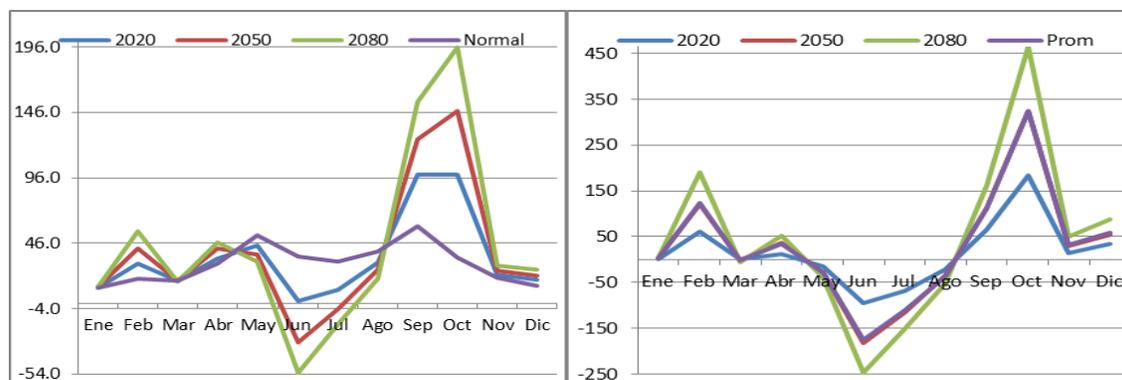
Al parecer en lluvia, la esperanza es buena, un 39% más de precipitación anual en promedio para los tres años de proyección, pero si vemos cada uno de los meses la esperanza se transforma en preocupación, no lloverá en los meses de verano y en los que si lloverá, los incrementos son tan altos, que podrían haber riesgos de inundaciones.

En Octubre, por ejemplo, de llover 34.7 mm actualmente, en 2080, serían 300.5 mm, o en Septiembre, de 59.2 mm pasar a 200.2 mm. Observando la tabla, el problema de falta de lluvia ya casi está presente, desde 2020, en Junio ya no lloverá.

Cuadro 38. Región Frontera. Proyecciones de Precipitación. Escenario B1

Escenario B1	Precipitación (mm)							Promedio					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	12.1	30.5	17.2	34.4	44.1	1.5	10.1	31.3	98.1	98.3	22.1	18.2	417.8
2050	12.3	42.1	17.0	41.9	37.2	-30.0	-4.7	25.8	125.6	147.1	25.0	21.1	460.3
2080	12.5	55.2	16.5	46.4	32.0	-53.2	-16.3	18.8	154.4	195.9	29.2	25.6	517.0
Normal	12.0	19.0	17.3	30.5	52.1	36.2	31.8	39.7	59.2	34.7	19.3	13.6	365.5

Escenario B1	Precipitación(mm)							Por ciento Anomalía					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	0	61	0	13	-15	-96	-68	-21	66	183	14	33	14
2050	2	121	-2	37	-29	-183	-115	-35	112	324	29	54	26
2080	4	191	-5	52	-39	-247	-151	-53	161	464	51	88	41.4
Prom	2	124	-2	34	-28	-175	-111	-36	113	324	31	59	27.2



Precipitación. Promedio

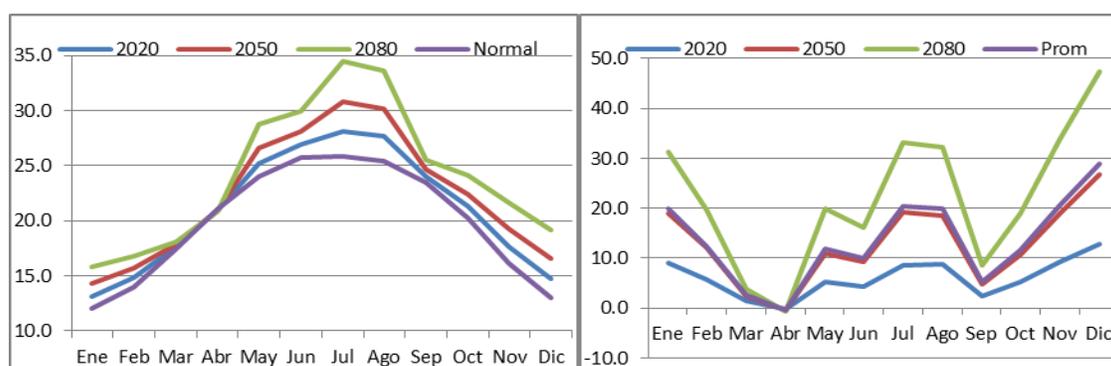
Precipitación. Por ciento de anomalía

En este escenario, los incrementos en la precipitación son menores, pero persisten, dando un total anual, en promedio de 27.2%. Sigue habiendo meses sin lluvia en verano, pero en este escenario, esto se da a partir de 2050. El máximo incremento se da en otoño, pero no es tan alto como para preocupar, Octubre, de 34.7 mm sube a 195.9 mm, por ejemplo. En el Escenario A2, la precipitación subirá 2.2%, 8.3% y 15.1% mas que en el B1, en promedio para los tres años de proyección respectivamente.

Cuadro 39. Estado de Coahuila. Proyecciones de Temperatura. Escenario A2

Estado de Coahuila. Proyecciones													
Escenario A2 Temperatura °C													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	13.1	14.8	17.7	21.0	25.2	26.9	28.1	27.7	24.0	21.3	17.7	14.7	21.0
2050	14.3	15.7	17.9	21.0	26.6	28.2	30.8	30.2	24.6	22.4	19.3	16.5	22.3
2080	15.8	16.8	18.1	20.9	28.7	29.9	34.5	33.7	25.5	24.1	21.7	19.2	24.1
Normal	12.0	14.0	17.5	21.1	24.0	25.8	25.9	25.5	23.5	20.3	16.2	13.0	19.9

Escenario A2 Temperatura °C Porciento Anomalía													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	9.0	5.7	1.4	-0.1	5.1	4.4	8.6	8.9	2.4	5.2	9.3	12.9	6.1
2050	19.1	12.0	2.5	-0.5	11.0	9.3	19.1	18.6	4.9	10.6	19.0	26.7	12.7
2080	31.3	19.6	3.8	-0.6	19.8	16.2	33.3	32.2	8.5	19.1	33.9	47.3	22.0
Prom	19.8	12.4	2.6	-0.4	12.0	10.0	20.3	19.9	5.2	11.6	20.7	29.0	13.6



Temperatura. Promedio

Temperatura. Porciento de anomalía

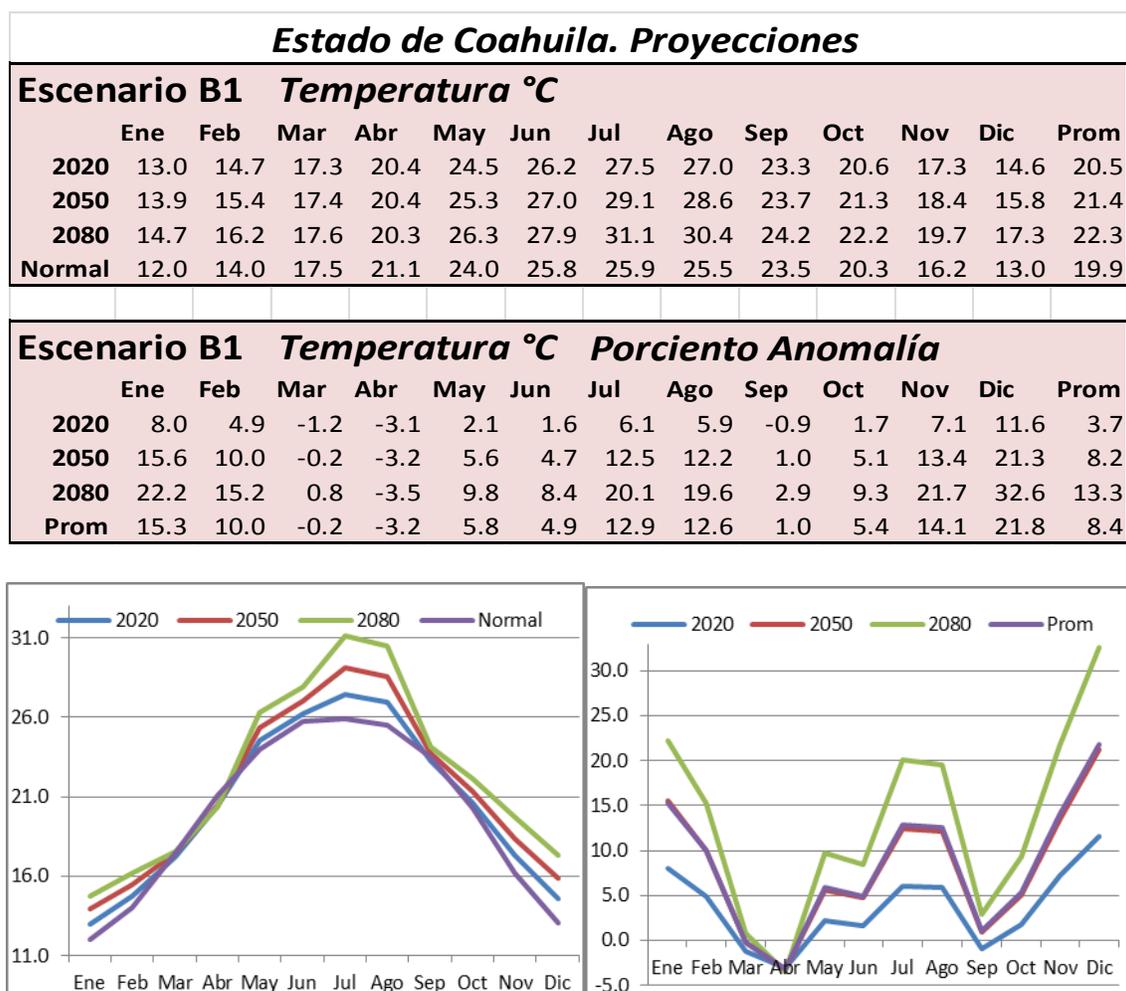
En estas gráficas evaluamos el promedio de las proyecciones de todas las regiones, es decir el total para todo el Estado de Coahuila y observamos las mismas tendencias en general, aumento

en la temperatura, más alto para los meses de verano y también un aumento, aunque no muy considerable en los meses de invierno.

En promedio por año, para todo el Estado, los incrementos son de 1.1°C, 2.4°C y 4.2°C respectivamente para 2020, 2050 y 2080.

Aunque el aumento en cantidad es mayor en verano, en proporción es mayor en los meses de invierno, como se advierte en la gráfica del porcentaje de anomalía.

Cuadro 40. Estado de Coahuila. Proyecciones de Temperatura. Escenario B1



Temperatura. Promedio

Temperatura. Porcentaje de anomalía

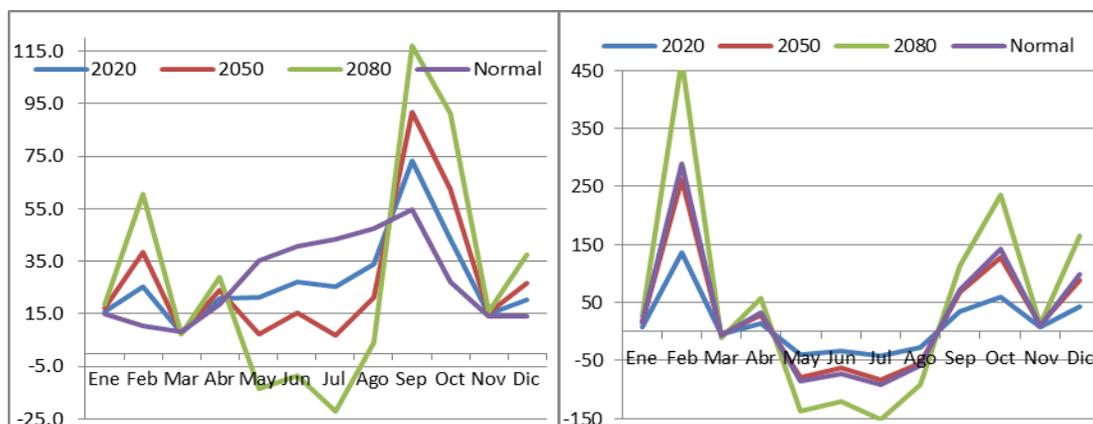
Al igual que por región, para todo el Estado también se observa claramente la misma tendencia, los incrementos en temperatura por igual, mayores en verano e invierno, pero menores para el Escenario B1, siendo la diferencia con respecto al A2, en promedio de 0.6%, 2.6% y 7.6%, para cada uno de los años de proyección.

Se evidencian aumentos promedio por año, de 0.6°C para 2020, 1.5°C para 2050 y 2.4°C para 2080.

Cuadro 41. Estado de Coahuila. Proyecciones de Precipitación. Escenario A2

Escenario A2 Precipitación mm		Promedio												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom	
2020	16.0	25.2	7.9	20.9	21.5	27.4	25.2	34.1	73.3	43.6	15.0	20.4	330.6	
2050	17.0	38.7	8.0	23.8	7.1	15.5	7.0	21.3	91.8	62.2	15.6	26.9	334.9	
2080	18.6	60.7	7.5	29.1	-13.5	-8.6	-22.2	4.2	117.1	91.4	15.8	37.8	337.7	
Normal	14.8	10.7	8.4	18.5	35.5	40.7	43.3	47.3	54.8	27.2	14.0	14.2	329.5	

Escenario A2 Precipitación mm		Porciento Anomalía												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom	
2020	9	136	-5	13	-40	-33	-42	-28	34	60	7	43	0	
2050	15	262	-5	29	-80	-62	-84	-55	68	129	11	89	2	
2080	26	468	-11	57	-138	-121	-151	-91	114	236	12	165	2.5	
Prom	17	289	-7	33	-86	-72	-92	-58	72	142	10	99	1.5	



Precipitación. Promedio

Precipitación. Porciento de anomalía

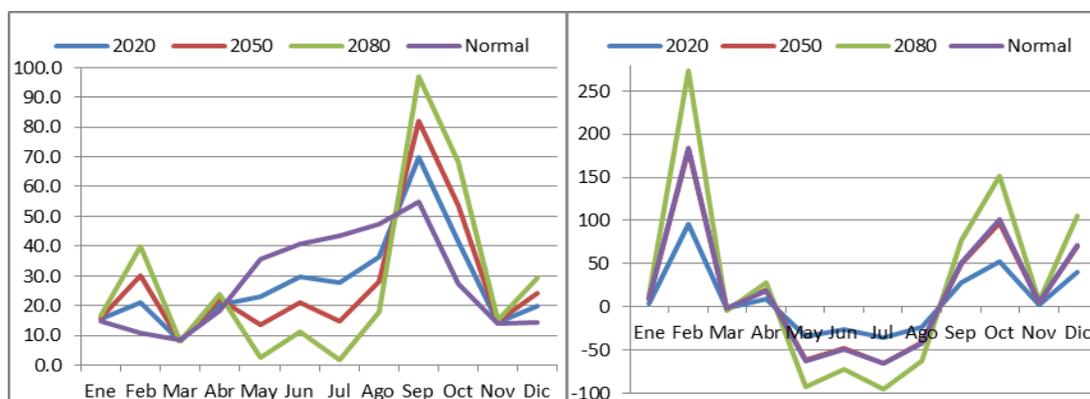
Para la precipitación, sucede lo mismo, la tendencia a bajar en los meses de verano y a aumentar en los de invierno, conservándose un promedio ligeramente arriba del normal. Aunque en la mayoría de las regiones la lluvia baja en promedio para los dos escenarios y las tres proyecciones, en el promedio general en este escenario A2, se observa que para las tres proyecciones, hay un incremento en la lluvia en promedio, aunque tan sólo de casi 10 mm.

En las gráficas es notorio como las tendencias se conservan, y será hasta el 2080 cuando ya no llueva en los meses de Mayo, Junio y Julio.

Cuadro 42. Estado de Coahuila. Proyecciones de Precipitación. Escenario B1

Escenario B1 Precipitación mm													Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	15.4	21.0	8.3	20.2	23.1	29.9	27.7	36.3	69.9	41.5	14.3	19.9	327.5
2050	16.1	30.1	8.3	22.2	13.6	21.2	14.7	28.2	82.1	53.7	14.7	24.3	329.1
2080	16.6	39.9	8.0	23.7	2.7	11.3	1.8	17.9	96.9	68.4	15.0	29.2	331.4
Normal	14.8	10.7	8.4	18.5	35.5	40.7	43.3	47.3	54.8	27.2	14.0	14.2	329.5

Escenario B1 Precipitación mm													Porciento Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2020	4	96	-1	9	-35	-27	-36	-23	28	53	2	40	-1
2050	9	181	-1	20	-62	-48	-66	-40	50	98	5	71	0
2080	13	274	-4	28	-92	-72	-96	-62	77	152	7	105	0.6
Prom	9	184	-2	19	-63	-49	-66	-42	51	101	4	72	0.0



Precipitación. Promedio

Precipitación. Porciento de anomalía

En éste escenario, si se observa una mínima baja en la precipitación, en 2020, luego nada en 2050 y en 2080 aumenta como sucedía en el Escenario A2. Aunque en Mayo, Junio y Julio llueve prácticamente nada en 2080, por lo menos llueve, lo cual no sucederá en el Escenario A2.

Lo que representa riesgo es que estos meses en que no lloverá o lloverá muy poco, son los meses de verano, los de mas alta temperatura, que además aumentará, con este cambio climático.

En 2020, el Escenario A2 muestra un incremento en la precipitación del 1% sobre el B1 y en 2050 y 2080, la diferencia es del 2%, en promedio para todo el año.

Para tener una idea más clara y general de los cambios en las temperaturas y precipitaciones, en las figuras siguientes se presentan los mapas que muestran las anteriores variables para cada año y escenario:

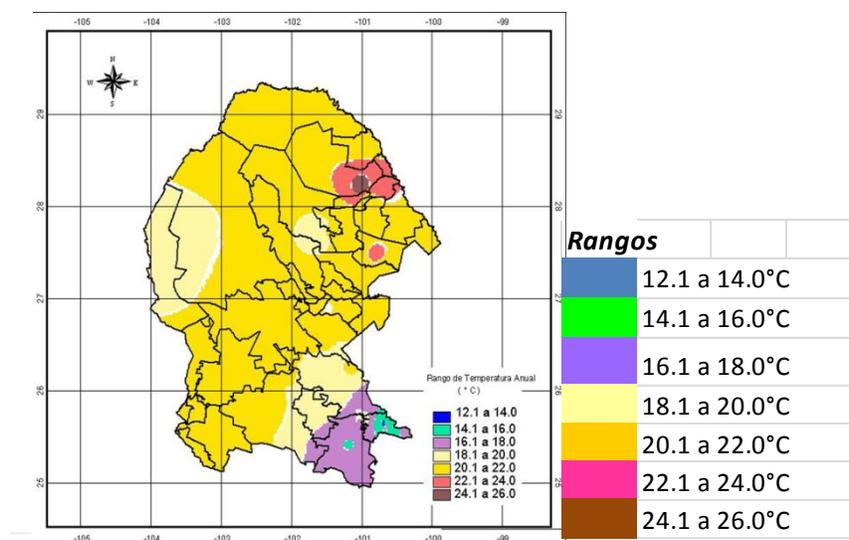


Figura 4. Mapa de temperaturas actuales del estado de Coahuila

En este mapa es notorio que en la mayor parte del Estado las temperaturas medias están entre los 20°C y 22°C, mientras que las más bajas están entre los 14°C y 16°C, en la Región Arteaga.

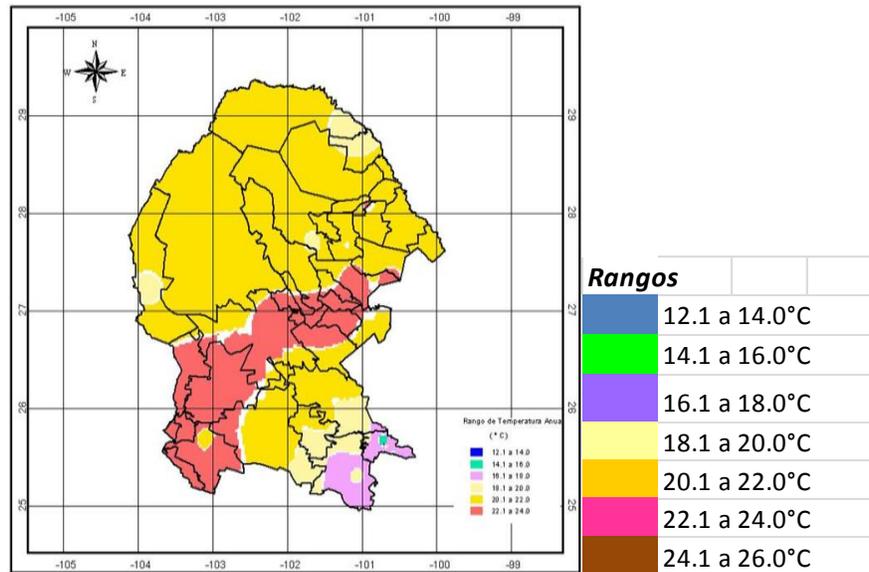


Figura 5. Mapa de temperaturas a 2020. Escenario A2, para el estado de Coahuila

En este mapa, para 2020, ya se nota la disminución del área de 20°C a 22°C y aumenta la de 22°C a 24°C. Además, desaparece la pequeña área de 14°C a 16°C que había en la Región Sureste. Todavía se conserva para la Región Arteaga.

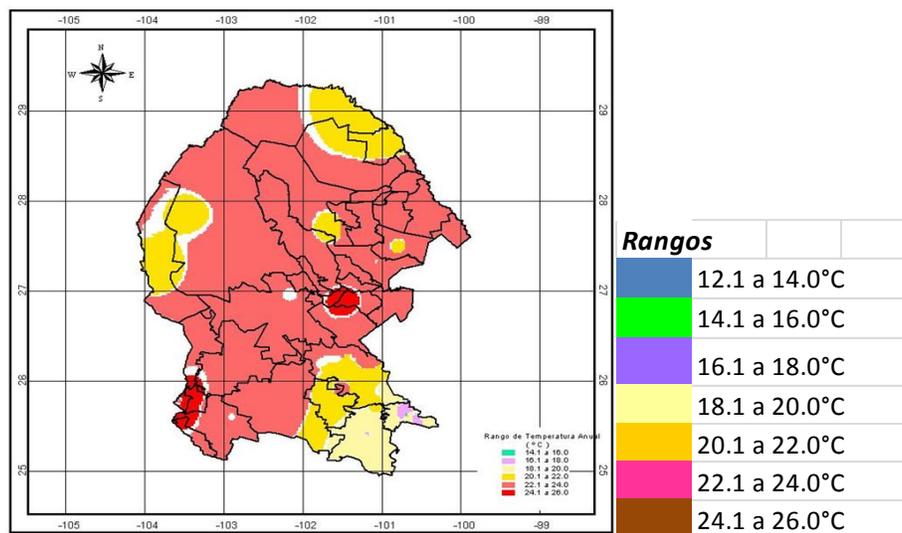


Figura 6. Mapa de temperaturas a 2050. Escenario A2, para el estado de Coahuila

Para esta proyección, vemos la desaparición de las temperaturas de 14°C a 16°C y apenas queda una pequeña área con temperaturas entre 16°C y 18°C. El área con temperaturas de 22°C a 24°C, se ha incrementado considerablemente y aparecen superficies con temperaturas de 24°C a 26°C.

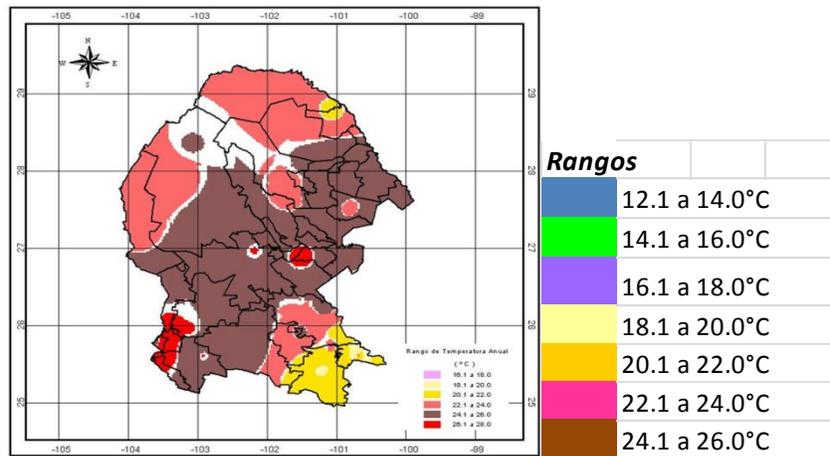


Figura 7. Mapa de temperaturas a 2080. Escenario A2, para el estado de Coahuila

Ahora vemos como desaparece el área con temperaturas de 16°C a 18°C, se incrementa el área con temperaturas de 24°C a 26°C y aparece una nueva área de temperaturas 26°C a 28°C

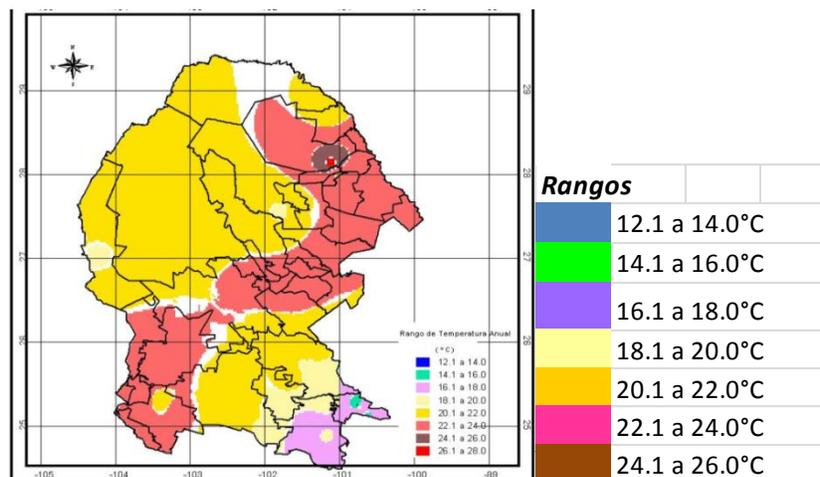


Figura 8. Mapa de temperaturas a 2020. Escenario B1, para el estado de Coahuila

En esta proyección, no han desaparecido aún las temperaturas entre 14°C y 16°C como en el escenario A2 y se incrementa el área de 22°C a 24°C. El área de 26°C a 28°C, casi no se ve, es muy pequeña.

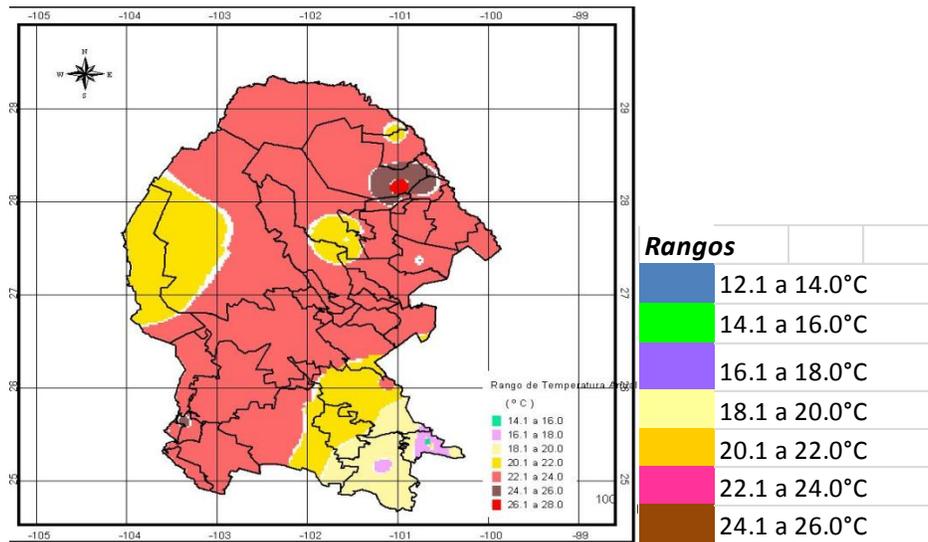


Figura 9. Mapa de temperaturas a 2050. Escenario B1, para el estado de Coahuila

Casi desaparece el área de 14°C a 16°C y la de 26°C a 28°C, es más grande que en la proyección anterior, mientras que predomina la de 22°C a 24°C.

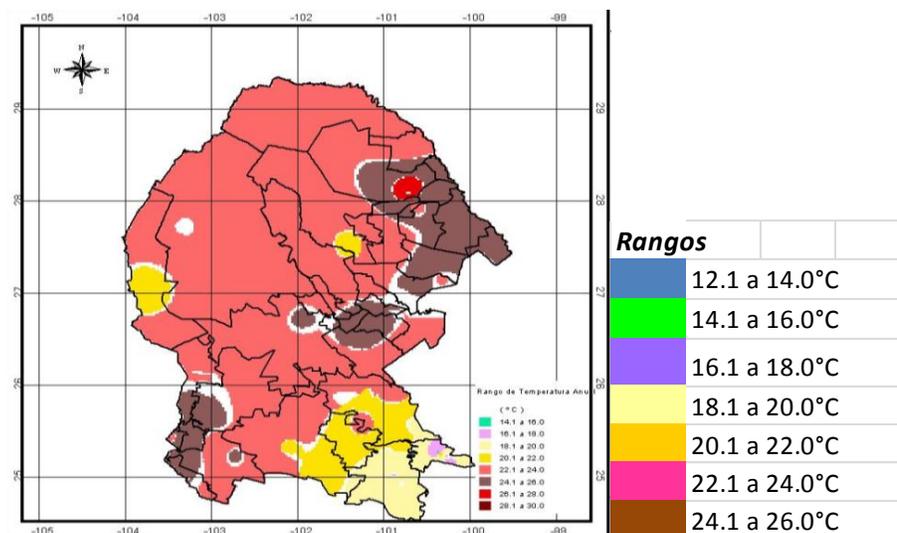


Figura 10. Mapa de Temperaturas a 2080. Escenario B1, para el estado de Coahuila

Siendo esta la proyección más extrema, no es tan radical como la misma proyección para el Escenario A2, pues todavía existe el área de 16°C a 18°C que en el Escenario A2 ya no existe y el área de 26°C a 28°C no se incrementa tanto.

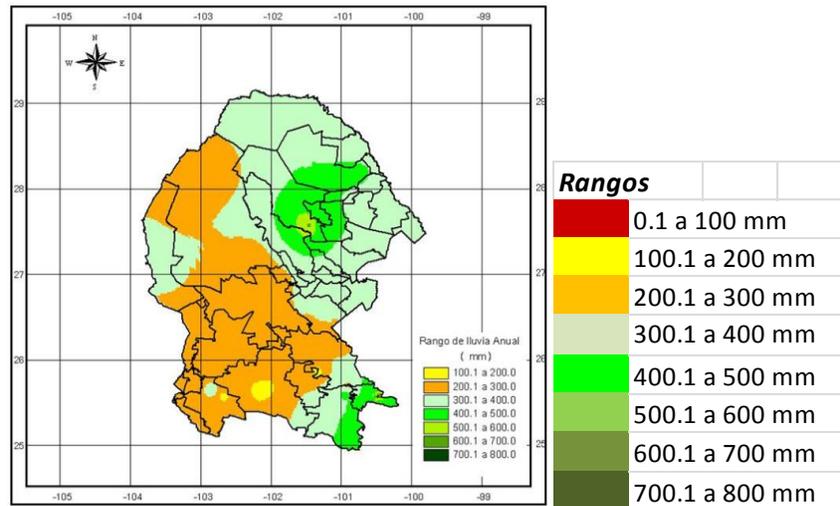


Figura 11. Mapa de Precipitación actual, para el estado de Coahuila

En este mapa aparecen las precipitaciones actuales para todo el Estado de Coahuila, siendo las de 200 mm a 300 mm las más abundantes, seguidas muy de cerca de las de 300 mm a 400 mm y las de 500 mm a 600 mm, las mas escasas.

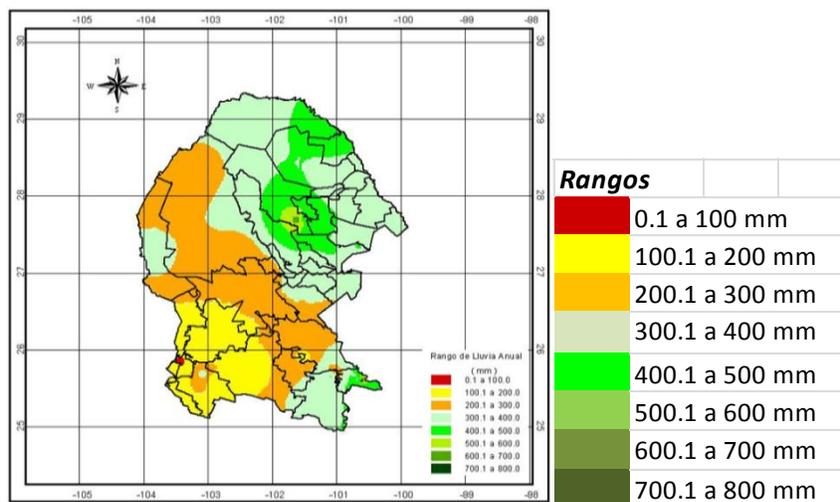


Figura 12. Mapa de precipitación a 2020. Escenario A2, para el estado de Coahuila

Se reduce el área de 200 mm a 400 mm y se incrementa la de 100 mm a 200 mm y aparece un pequeño punto de precipitación 0.1 mm a 100 mm. En la Región Frontera aparece el área de 400 mm a 500 mm, que no existe en la actualidad.

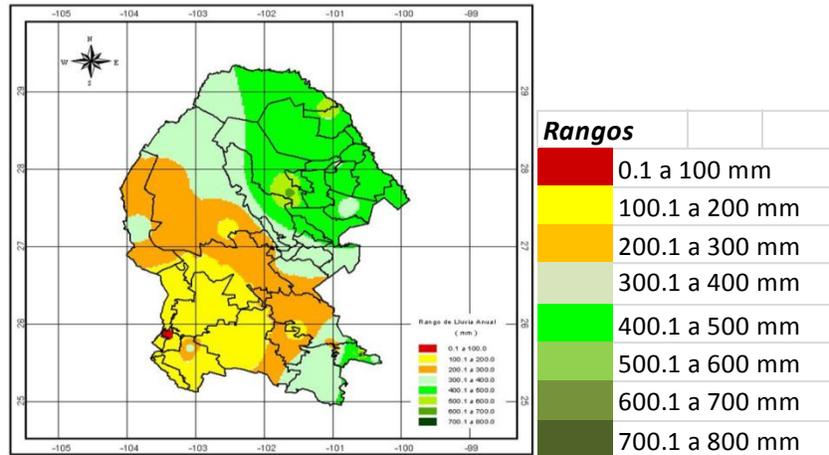


Figura 13. Mapa de precipitación a2050. Escenario A2, para el estado de Coahuila

Para este año de proyección es mayor el área de precipitación entre 400 mm y 500 mm, pero hacia el norte, porque en el Sureste desaparece y en Arteaga casi desaparece. Se incrementa un poco la pequeña área de 0.1 mm a 100 mm y disminuye mucho el área de 300 mm a 400 mm. Aparece la superficie de 500 mm a 600 mm en la frontera.

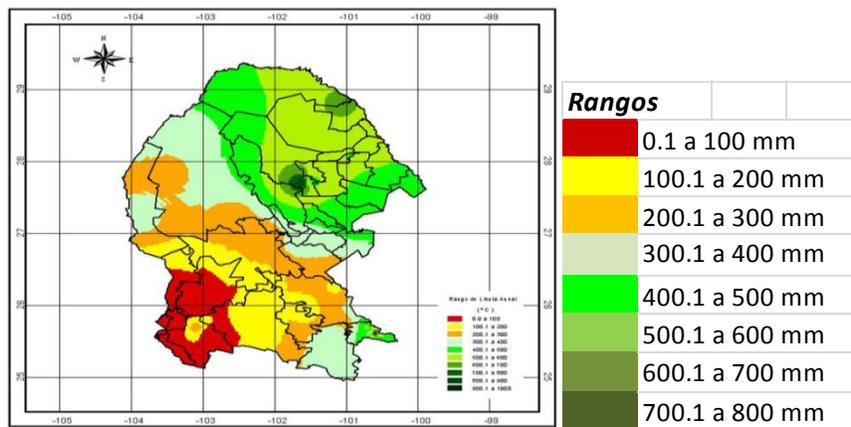


Figura 14. Mapa de precipitación a 2080. Escenario A2, para el estado de Coahuila

Aquí es muy notorio el incremento en el área de 0 mm a 100 mm, el área de 200 mm a 300 mm se mantiene casi igual y crece la de 500 mm a 600 mm. Aparece una nueva área de 700 mm a 800 mm hacia la región centro.

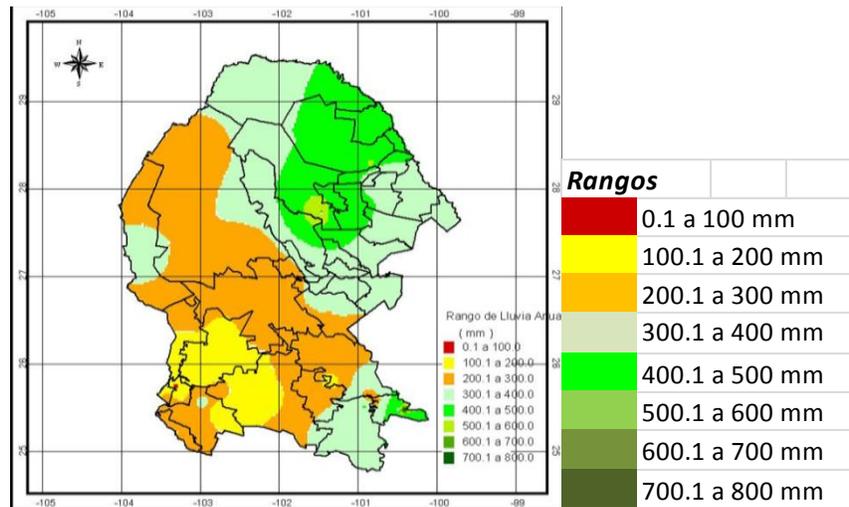


Figura 15. Mapa de precipitación a 2020. Escenario B1, para el estado de Coahuila

Para este escenario en esta primera proyección la precipitación se mantiene casi igual, se observa poca variación, únicamente los aumentos en las áreas de 100 mm a 200 mm, así como en el área de 400 mm a 500 mm.

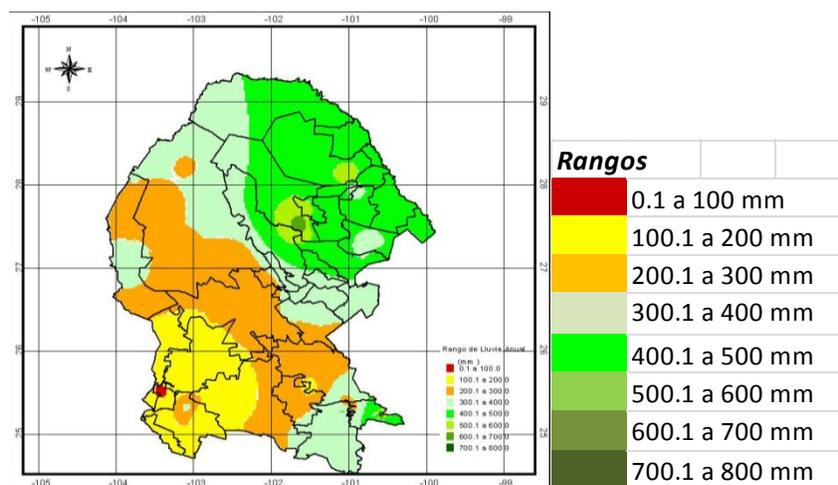


Figura 16. Mapa de precipitación a 2050. Escenario B1, para el estado de Coahuila

Mientras que el área de 200 mm a 300 mm se mantiene casi sin cambio, el área de 400 mm a 500 mm se extiende hasta la frontera, aunque casi desaparece de la región Arteaga. También aumenta el área de los 100 mm a los 200 mm.

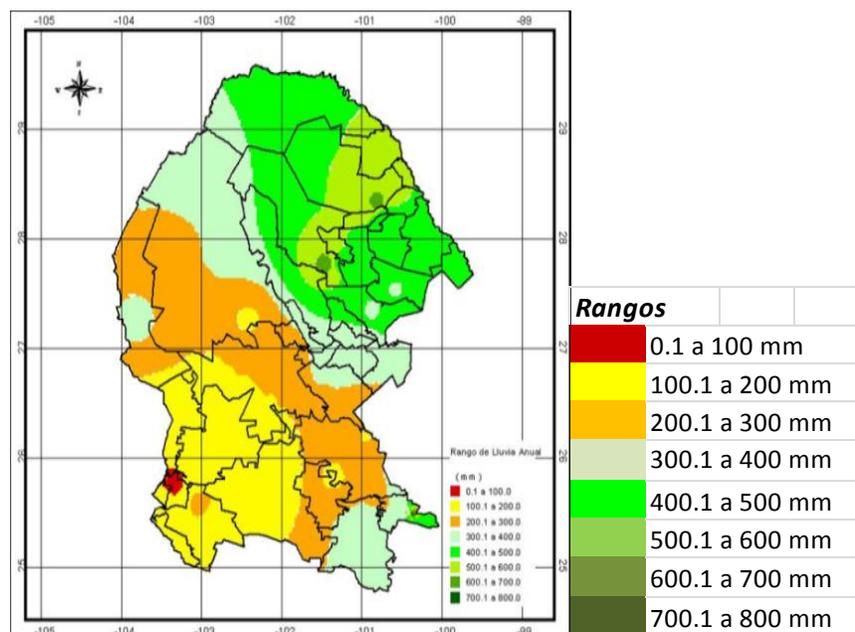


Figura 17. Mapa de precipitación a 2080. Escenario B1, para el estado de Coahuila

La mayor diferencia entre esta proyección y la anterior es el incremento del área de 500mm a 600 mm, hacia el norte. También creció el área de 0 mm a 100 mm, aunque muy poco.

A manera de resumen y con el fin de cotejar cuál de las regiones tendrá un mayor cambio en sus variables climáticas, se elaboraron cuadros comparativos para todas las regiones en ambos escenarios y para las tres proyecciones, lo cual se muestra en los cuadros siguientes:

Fácilmente se observa en los cuadros que para ambos escenarios, será la Región Arteaga, la que porcentualmente tenga el mayor incremento en las temperaturas, siendo que actualmente es la que presenta las temperaturas más bajas en todo el Estado de Coahuila, esto no significa que será

la región más calurosa, sino que en proporción es la que tendrá mayores incrementos en las temperaturas.

Cuadro 43. Comparativo del Cambio en la Temperatura, para las diferentes localidades del estado, de acuerdo con los escenarios A2 y B1.

Escenario A2	Temperatura °C												Porcentaje Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Sureste	19	6	-1	1	17	12	22	21	3	16	29	35	14.64
Arteaga	29	11	0	0	19	15	28	26	5	20	36	42	18.83
Sur	15	9	0	1	12	9	17	17	6	12	21	29	11.76
Laguna	26	13	2	2	14	10	20	21	10	14	20	30	14.43
Centro	17	16	7	-4	7	9	24	24	6	8	17	23	12.42
Desierto	28	22	4	0	12	11	19	18	5	11	21	32	13.68
Frontera	10	15	7	-3	6	8	21	20	4	5	10	18	9.99
Prom	20	13	3	-1	12	10	21	21	6	12	21	30	13.42
Max	29	22	7	2	19	15	28	26	10	20	36	42	18.83
Min	10	6	-1	-4	6	8	17	17	3	5	10	18	9.99

Escenario B1	Temperatura °C												Porcentaje Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Sureste	13	4	-1	1	12	9	16	15	2	12	21	25	10.63
Arteaga	22	9	0	0	13	11	21	19	3	14	26	30	13.60
Sur	11	7	0	1	7	6	12	11	4	8	15	20	7.98
Laguna	18	9	1	1	10	7	14	15	7	10	14	21	9.98
Centro	12	11	5	-3	5	6	17	17	4	6	12	17	8.69
Desierto	17	15	3	0	8	8	13	12	4	6	14	21	9.19
Frontera	7	11	5	-2	4	6	15	14	3	3	8	13	7.21
Prom	14	9	2	0	8	7	15	15	4	8	15	21	9.41
Max	22	15	5	1	13	11	21	19	7	14	26	30	13.60
Min	7	4	-1	-3	4	6	12	11	2	3	8	13	7.21

será la región más calurosa, sino que en proporción es la que tendrá mayores incrementos en las temperaturas.

Respecto a la región que porcentualmente tendrá menor incremento en las temperaturas, para ambos escenarios, será la Región Frontera, esta es una de las regiones más calurosas actualmente

y al igual que para la Región Arteaga, esto no significa que será menos caliente, sino que será la que tenga menor incremento en las temperaturas.

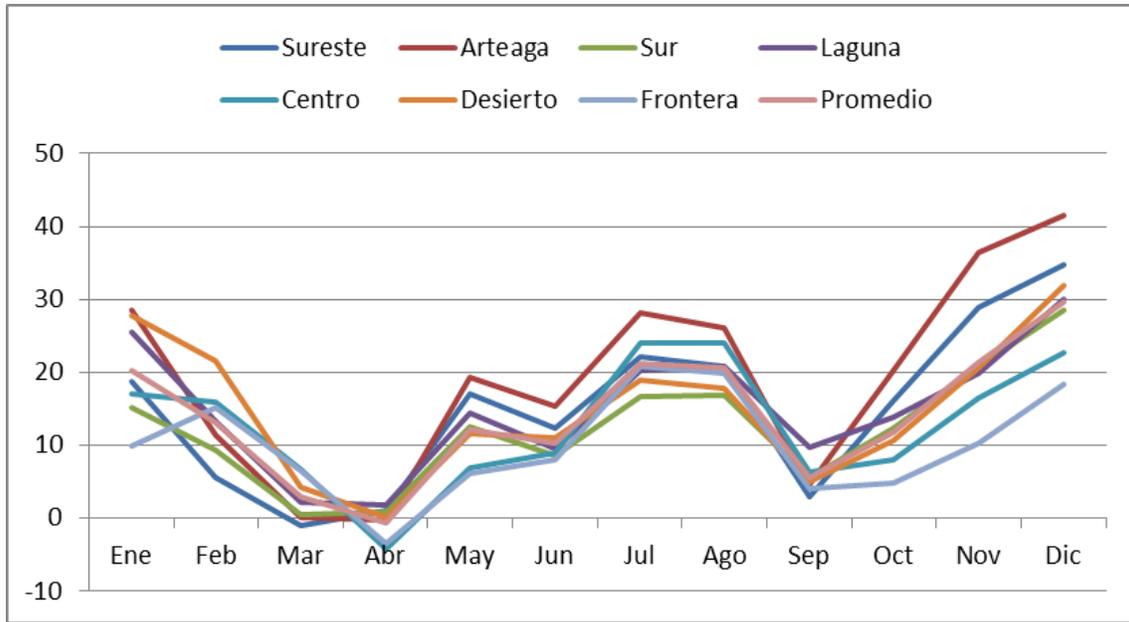


Figura 18. Porcentaje Anomalía en temperaturas, en las diferentes localidades del estado, de acuerdo con el escenario A2

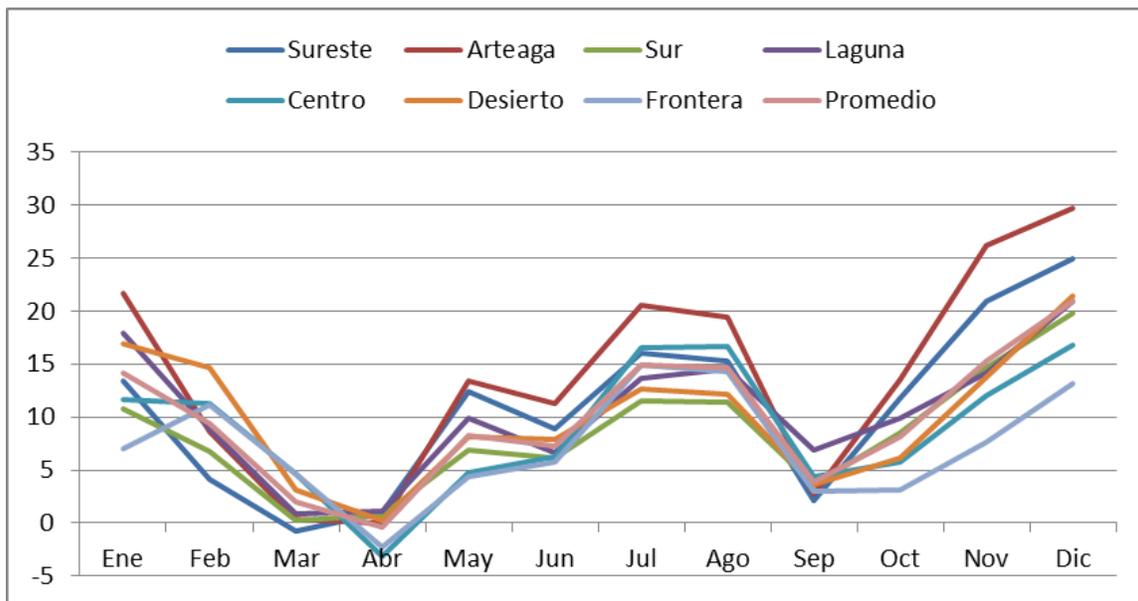


Figura19.Porciento de Anomalía en temperaturas, en las diferentes localidades del estado, de acuerdo con el escenario B1

En las gráficas se aprecia a simple vista, que los meses más cálidos, serán los que tengan mayor incremento en las temperaturas.

Cuadro 44. Comparativo del Cambio en la Precipitación, en las diferentes localidades del estado, de acuerdo con el escenario A2 y B1

Escenario A2	Precipitación(mm)												Porcentaje Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Sureste	12	290	-17	-47	-136	1	-54	-41	57	-24	-29	82	-11.09
Arteaga	29	516	-16	19	-127	-8	-48	-32	50	-66	-87	205	0.61
Sur	4	116	13	-100	-149	9	-95	-76	42	28	52	15	-25.66
Laguna	14	693	-1	68	-144	5	-162	-165	19	4	93	27	-42.12
Centro	5	213	11	86	-38	-150	-145	-55	83	235	42	93	11.85
Desierto	6	138	6	-4	-79	-73	-33	-25	47	136	-6	130	2.91
Frontera	1	214	-3	77	-36	-273	-172	-50	147	465	65	75	39.22
Prom	17	289	-7	33	-86	-72	-92	-58	72	142	10	99	1.51
Max	29	693	13	86	-36	9	-33	-25	147	465	93	205	39.22
Min	1	116	-17	-100	-149	-273	-172	-165	19	-66	-87	15	-42.12

Escenario B1	Precipitación(mm)												Porcentaje Anomalía
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Sureste	9	204	-10	-28	-107	1	-36	-29	40	-15	-21	59	-8.20
Arteaga	21	366	-10	12	-86	-7	-35	-22	34	-46	-62	140	0.07
Sur	3	104	8	-67	-119	9	-79	-62	36	27	36	11	-20.13
Laguna	10	214	7	47	-86	9	-103	-101	23	-13	60	26	-27.24
Centro	4	151	7	64	-30	-110	-109	-45	61	172	30	75	7.74
Desierto	0	103	0	-6	-59	-52	-24	-18	32	99	-5	91	1.16
Frontera	2	124	-2	34	-28	-175	-111	-36	113	324	31	59	27.22
Prom	9	184	-2	19	-63	-49	-66	-42	51	101	4	72	-0.04
Max	21	366	8	64	-28	9	-24	-18	113	324	60	140	27.22
Min	0	103	-10	-67	-119	-175	-111	-101	23	-46	-62	11	-27.24

En este Cuadro se observa el comportamiento de la precipitación para los dos escenarios, y se percibe que la tendencia es la misma para ambos, aunque los resultados no son tan iguales; en promedio para los tres años de proyección, en el Escenario A2, la precipitación aumenta y en el B1, disminuye, aunque muy poco. Por regiones, la Región Frontera será la de mayor incremento y la Laguna tendrá una menor precipitación, esto es notorio en los dos escenarios. Por meses, Febrero y Octubre tendrán el aumento mayor en la precipitación, y los meses que presentarán

lomas alta temperatura (Mayo, Junio, Julio) serán los que tendrán menores lluvias; esto para todas las regiones del Estado.

De las siete regiones, tres tendrán baja en la lluvia en promedio anual para las tres proyecciones: Sureste, Sur y Laguna bajo los dos escenarios, las otras cuatro, tendrán aumentos, siendo, como ya se mencionó, la Laguna la que tendrá la mayor disminución en lluvia y los municipios de la región Frontera los que exhiben el mayor incremento en precipitación.

La Región Sureste y la Centro son las que se ven menos afectadas, en los dos escenarios, ya que no presentan muchos máximos o mínimos como las otras regiones.

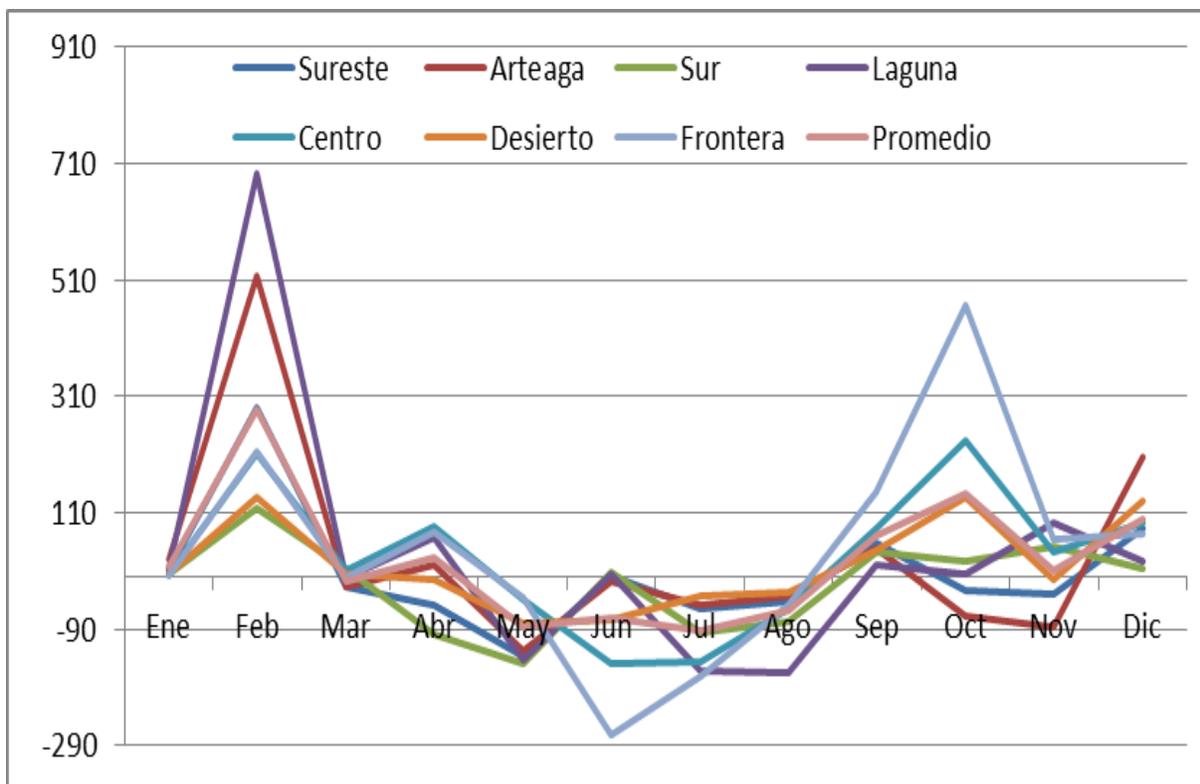


Figura 20. Porcentaje de anomalía en la lluvia A2

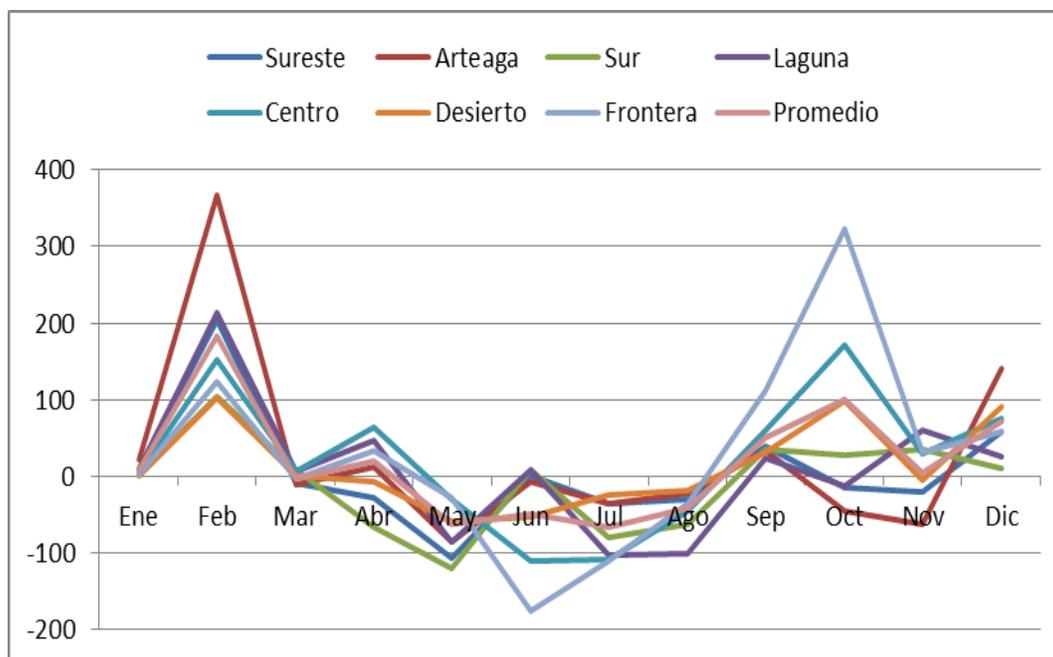


Figura 21. Porciento de anomalía en la lluvia B1

Otro efecto que se observa es el cambio en la distribución de las lluvias en todo el Estado (como se observa en las figuras), bajo los dos escenarios y para las tres proyecciones, disminuyendo drásticamente en los meses de mas calor, y aumentando en gran cantidad en meses que en la actualidad son los menos lluviosos, Lo preocupante es que son grandes volúmenes de agua, que podrían causar inundaciones, el reto, captar esos volúmenes para resistir los meses sin lluvia.

Con la finalidad de equiparar si el incremento o disminución en las temperaturas y la precipitación, hicieron cambiar la fórmula climática, se elaboró la clasificación climática por regiones, con los resultados presentados aquí para cada una de las regiones. Estas clasificaciones, se hicieron según el método de Koeppen (1930), modificado por Enriqueta García (1980) como ya se mencionó antes.

Cuadro 45. Clasificación climática para la Región Arteaga

Región Arteaga. Clima		
	Fórmula	Descripción
Actual	$Cb (w_0)(x')(e)$	Templado, con verano fresco largo, subhúmedo (el mas seco de los subhúmedos) lluvias en verano, que tienden a llover todo el año, extremoso
	$BS_1 k x'(w)(e) 2020$	Semiárido, templado, lluvias todo el año, mas abundantes en verano, extremoso
Escenario A2	$BS_1 k w'(x')(e) 2050$	Semiárido, templado, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, extremoso
	$BS_1 h w'(x')(e) 2080$	Semiárido, semicálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, extremoso
	$Cb (w_0)(x')(e) 2020$	Templado, con verano fresco largo, subhúmedo (el mas seco de los subhúmedos) lluvias en verano, que tienden a llover todo el año, extremoso
Escenario B1	$BS_1 k w''(x')(e) 2050$	Semiárido, templado, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, extremoso y con canícula
	$BS_1 h w'(x')(e) 2080$	Semiárido, semicálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, extremoso

Los aumentos y disminuciones en temperaturas y lluvia si afectaron la fórmula climática en esta región. En el Escenario A2, se ve cambio desde 2020 y en el B1 hasta el 2050, pero los cambios no son iguales; es hasta el 2080 en que ambos escenarios dan como resultado la misma fórmula.

Fundamentalmente, los cambios en la temperatura hicieron que el clima pasara de ser templado a ser semicálido. Para la lluvia el cambio es en la época de ocurrencia y en el grado de sequedad, ya que de ser subhúmedo pasó a ser semiárido y las lluvias cambiaron su distribución, pues de ser de verano, pasaron a ser de otoño y antes de ser verano, presentaron canícula, lo cual actualmente no sucede.

Cuadro 46. Clasificación climática para la Región Sureste

Región Sureste. Clima		
	Fórmula	Descripción
Actual	$BS_0 h x' (w) (e)$	Arido, semicálido, lluvias todo el año, mas acentuadas en verano, extremoso
	$BW h w'' (x') (e)$ 2020	Muy árido, semicálido, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, extremoso y con canícula
Escenario A2	$BW h w' (x') (e)$ 2050	Muy árido, semicálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, extremoso
	$BW (h') h w' (x') (e')$ 2080	Muy árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso
	$BS_0 h x' (w) (e)$ 2020	Arido, semicálido, lluvias todo el año, mas acentuadas en verano, extremoso
Escenario B1	$BW h w' (x') (e)$ 2050	Muy árido, semicálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, extremoso
	$BW h w' (x') (e')$ 2080	Muy árido, semicálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, extremoso

En esta región, el clima pasa de ser árido a ser muy árido, desde 2020 en el Escenario A2 y 2050 en el B1. El régimen de lluvias cambia, desde lluvias escasas todo el año, más abundantes en verano, hasta lluvias de otoño, es decir si ahora llueve todo el año, desde 2050, esperamos que no llueva en verano, en ocasiones nada, ni un milímetro, pero lloverá en los meses de otoño, como Octubre o Septiembre. Mientras cambia de todo el año a otoño, en 2020 para A2, las lluvias serán de verano, con canícula (temporada seca corta en la época de lluvia) y en 2020 B1, no se observa cambio en el clima, se mantiene igual la fórmula.

Respecto a las temperaturas, el clima pasará de ser semicálido (templado con tendencia a cálido) a ser cálido en 2080 para ambos escenarios. Además de que cambiará de ser extremo a ser muy extremo, lo que indica que las temperaturas máximas subirán mucho.

Cuadro 47. Clasificación climática para la Región Sur

Región Sur. Clima		
	Fórmula	Descripción
Actual	$BW h w''(x')(e)$	Muy árido, semicálido, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, extremo, con canícula
	$BW h w''(x')(e')$ 2020	Muy árido, semicálido, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, muy extremo, con canícula
Escenario A2	$BW(h') h w'(x')(e')$ 2050	Muy árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremo
	$BW(h') h w'(x')(e')$ 2080	Muy árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremo
	$BW h w''(x')(e)$ 2020	Muy árido, semicálido, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, extremo, con canícula
Escenario B1	$BW(h') h w'(x')(e')$ 2050	Muy árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremo
	$BW(h') h w'(x')(e')$ 2080	Muy árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremo

En esta región el clima se mantendrá igual hasta 2020. De ahí en adelante se observan cambios en la temperatura, pues de ser semicálido pasa a ser cálido y la oscilación pasa de extremo a muy extremo.

Por lo que a la lluvia se refiere, el cambio se da en la distribución de las lluvias, pues de ser lluvias de verano, con canícula, pasan a ser lluvias de otoño al acentuarse extremadamente la canícula, provocando que casi desaparezcan por completo las lluvias de verano; manteniéndose en todos los casos la tendencia a llover todo el año, dado esto por el por ciento de lluvia invernal que en todos los casos aumenta.

El grado de sequedad no cambia, se mantiene muy árido.

Cuadro 48. Clasificación climática para la Región Laguna

Región Laguna. Clima		
	Fórmula	Descripción
Actual	$BW(h)w''(x')(e)$	Muy árido, semicálido, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, extremoso, con canícula
	$BW(h)w''(x')(e)$ 2020	Muy árido, cálido, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, extremoso, con canícula
Escenario A2	$BW(h)w'(x')(e)$ 2050	Muy árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, extremoso
	$BW(h)w'(x')(e')$ 2080	Muy árido, muy cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso
	$BW(h)w''(x')(e)$ 2020	Muy árido, cálido, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, extremoso, con canícula
Escenario B1	$BW(h)w'(x')(e)$ 2050	Muy árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, extremoso
	$BW(h)w'(x')(e')$ 2080	Muy árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso

En esta región la temperatura es la más representativa de los cambios que sufre el clima, pues en la actualidad es semicálido y ya desde 2020 en ambos escenarios cambia a cálido y para 2080 para el Escenario A2, ya es muy cálido, lo cual no sucede en ninguna de las otras regiones, pues todas llegan cuando mucho a ser cálidas, pero no muy cálidas, esto implica que las temperaturas mínimas subieron mucho, teniendo un mes más frío con temperaturas superiores a 18°C. Siguiendo en la temperatura también es notorio que el clima pasa de ser extremoso a ser muy extremoso.

En cuanto a la precipitación, el cambio se da esencialmente en la distribución como en todas las regiones, pues pasa de lluvias en verano, con canícula a lluvias en otoño.

El grado de sequedad no cambia en la fórmula, sigue siendo muy árido.

Cuadro 49. Clasificación climática para la Región Desierto-Ocampo

Región Desierto-Ocampo. Clima		
	Fórmula	Descripción
Actual	$BW h x' (w) (e')$	Muy árido, semicálido, lluvias escasas todo el año, mas abundantes en verano, muy extremoso
	$BW h x' (w) (e')$ 2020	Muy árido, semicálido, lluvias escasas todo el año, mas abundantes en verano, muy extremoso
Escenario A2	$BW (h') h w (x') (e')$ 2050	Muy árido, cálido, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso
	$BW (h') h w' (x') (e')$ 2080	Muy árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso
	$BW h x' (w) (e')$ 2020	Muy árido, semicálido, lluvias escasas todo el año, mas abundantes en verano, muy extremoso
Escenario B1	$BW h w (x') (e')$ 2050	Muy árido, semicálido, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso
	$BW (h') h w (x') (e')$ 2080	Muy árido, cálido, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso

En esta región, la fórmula climática aparenta tener poco cambio, pero se observan cambios en la temperatura y en la lluvia.

En A2, el cambio en la temperatura se da desde 2050, pero en B1 desde 2080, el clima pasa de ser semicálido a cálido. No llega a ser muy cálido, porque el mes más frío se mantiene bajo 18°C.

El cambio en la precipitación se da a partir de 2050, siendo el cambio en el régimen de lluvias, pues en la actualidad y en 2020 las lluvias son escasas todo el año con tendencia a llover más en verano, esta tendencia se corre hasta el otoño, al grado de que desaparecen las lluvias de verano y el régimen cambia a lluvias de otoño, pero con tendencia a llover todo el año.

Cuadro 50. Clasificación climática para la Región Centro

Región Centro. Clima		
	Fórmula	Descripción
Actual	$BS_0 h x'(w)(e')$	Árido, semicálido, lluvias todo el año, mas abundantes en verano, muy extremoso
	$BS_0 (h') h w'(x')(e')$ 2020	Árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso, con canícula
Escenario A2	$BS_0 (h') h w'(x')(e')$ 2050	Árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso
	$BS_0 (h') h w'(x')(e')$ 2080	Árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso
	$BS_0 h w''(x')(e')$ 2020	Árido, semicálido, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso
Escenario B1	$BS_0 (h') h w'(x')(e')$ 2050	Árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso
	$BS_0 (h') h w'(x')(e')$ 2080	Árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremoso

Los cambios en la fórmula climática para esta región, son los mismos que la región Desierto, pues el cambio en las temperaturas, se da igual pasando de semicálido a cálido y en las precipitaciones pasa de lluvias escasas todo el año a lluvias de otoño, con tendencia a llover todo el año, excepto en verano, donde casi desaparece la lluvia.

A pesar de que esta región es de las que resienten menos cambios, su fórmula climática cambia, en la temperatura y distribución de lluvias, pero no cambia su grado de sequedad, sigue siendo muy árido.

Cuadro 51. Clasificación climática para la Región Frontera

Región Frontera. Clima		
	Fórmula	Descripción
Actual	$BS_0 (h') h x' (w) (e')$	Árido, cálido, lluvias todo el año, mas abundantes en verano, muy extremo
	$BS_0 (h') h w' (x') (e')$ 2020	Árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremo
Escenario A2	$BS_0 (h') h w' (x') (e')$ 2050	Árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremo
	$BS_1 (h') h w' (x') (e')$ 2080	Semiárido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremo
	$BS_0 (h') h w'' (x') (e')$ 2020	Árido, cálido, lluvias en verano, con tendencia a llover todo el año, muy extremo, con canícula
Escenario B1	$BS_0 (h') h w' (x') (e')$ 2050	Árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremo
	$BS_0 (h') h w' (x') (e')$ 2080	Árido, cálido, lluvias en otoño, con tendencia a llover todo el año, muy extremo

Esta es una de las regiones que registrarán un aumento en el promedio de precipitación y para 2080 del Escenario A2, este aumento ya repercute en la fórmula climática, pues el grado de sequedad cambia de árido a semiárido y es la única región en donde pasa esto, disminuye su grado de sequedad. También, como en todas las regiones la distribución de la lluvia cambia de escasas todo el año a lluvias de otoño, con tendencia a llover todo el año.

En cuanto a la temperatura, a pesar de que esta ha subido considerablemente, como ya se ha hecho ver anteriormente, la fórmula no sufre cambio, se mantiene en cálida, como es actualmente. Esto se debe, a que, como en la región centro, la temperatura del mes más frío no alcanza los 18°C, aunque la promedio supere los 26°C.

Hasta aquí, tenemos los resultados obtenidos para el Estado de Coahuila, según el Modelo PRECIS. Queda abierta la puerta para la investigación para estas proyecciones con otros modelos, que aunque no son regionales, tal vez puedan “escalarse” o tal vez hacer un comparativo de otros modelos aunque muy generales, con el PRECIS. Hay muchas posibilidades de investigación.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos, se pronostica que en Coahuila se dará un cambio en el clima que seguirá siendo seco, la aridez se acentuará al subir las temperaturas y bajar el promedio de lluvia en algunas regiones.

Las lluvias se presentarán de diferente forma, no lloverá o las lluvias serán mínimas en verano, que es la época del año con mayor temperatura, lo cual ocasionara muchos problemas en los diferentes sectores de la población, desde el agrícola hasta el urbano.

Las lluvias en Coahuila reciben una gran influencia de la ocurrencia de los huracanes, principalmente los del Golfo de México (aunque también los del Pacífico influyen), ya que estos son los que marcan la temporada de lluvias del Estado. Las precipitaciones mayores se presentan en Septiembre (mes más lluvioso). Los resultados de este estudio indicaron que en el futuro, Septiembre y Octubre serán los meses más lluviosos, por lo que se pronostica que estos eventos meteorológicos extremos serán más frecuentes e intensos, provocando inundaciones severas, durante el período de lluvias.

El aumento en la temperatura llevará a un incremento en las olas de calor en las ciudades, que cada vez serán más pobladas, ya que en la actualidad el 90% de la población en Coahuila es urbana (INEGI, 2010), trayendo como consecuencia más problemas de salud por las altas temperaturas.

El incremento en la aridez y la temperatura tendrán un efecto adverso en la agricultura. Esto obligará a desarrollar cultivos, forrajes y pastizales mas resistentes a la sequia, etc. Además, el incremento en las temperaturas en los meses de invierno, tendrá un efecto negativo en los árboles frutales caducifolios del estado.

BIBLIOGRAFIA

- Arakawa, Akio; 1966, "Computational Design for Long-Term Numerical Integration of the Equations of Fluid Motion: Two-Dimensional Incompressible Flow. Part I." *J. Computational Physics* 1: 119-43 reprinted *J. Comp. Phys.* (1997) 135:103-14.
- Arrhenius, Svante; 1896, "On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground." *Philosophical Magazine* 41: 237-76.
- Bjerknes, V. 1921; "On the Dynamics of the Circular Vortex." *Geofysiske Publikationer* 2(4): 1-88.
- Broecker, Wallace S., et al. 1985; "Does the Ocean-Atmosphere System Have More Than One Stable Mode of Operation?" *Nature* 315: 21-25.
- Bryson, Reid A., et al. 1970; "The Character of Late-Glacial and Postglacial Climatic Changes (Symposium, 1968)." In *Pleistocene and Recent Environments of the Central Great Plains* (University of Kansas Department of Geology, Special Publication), edited by Dort Wakefield Jr. and J. Knox Jones, Jr., Vol. 3: 53-74. Lawrence, Kan.: University of Kansas Press.
- Bryson, R. A., and Wendland, W. M. 1970; "Climatic Effects of Atmospheric Pollution." In *Global Effects of Environmental Pollution*, edited by S. F. Singer: 130-138. New York: Springer-Verlag.
- Callendar, G.S.; 1938, "The Artificial Production of Carbon Dioxide and Its Influence on Climate." *Quarterly J. Royal Meteorological Society* 64: 223-40.
- Chamberlin, Thomas C. 1897; "A Group of Hypotheses Bearing on Climatic Changes." *J. Geology* 5:653-683.
- Chamberlin, Thomas C. 1906; "On a Possible Reversal of Deep-Sea Circulation and Its Influence on Geologic Climates." *J. Geology* 14: 363-373.
- Charney, Jule G., 1949; "On a Physical Basis for Numerical Prediction of Large-Scale Motions in the Atmosphere." *J. Meteorology* 6: 371-385.
- Comisión Intersecretarial contra el Cambio Climático; 1997. *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas; México, SEMARNAT*

- Comisión Intersecretarial contra el Cambio Climático; 2001; Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas; México, SEMARNAT; ISBN 968-817-494-7
- Comisión Intersecretarial contra el Cambio Climático; 2006 Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas; México, SEMARNAT
- Conde, Cecilia, 2007; México y el Cambio Climático Global; Primera Edición; SEMARNAT, UNAM; 28 p.
- Conde, C., Ferrer, R. and Orozco S., 2006; "Climate change and climate variability impacts on rainfed agricultural activities and possible adaptation measures. A Mexican case study". *Atmósfera*, 19(3):181-194, UNAM, México D.F.
- Ewing, Maurice, and William L. Donn, 1956; In *Polar Wandering and Continental Drift* pp. 94-99. Tulsa, OK: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists.
- Ewing, Maurice, and William L. Donn, 1956; In *Polar Wandering and Continental Drift* pp. 94-99. Tulsa, OK: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists.
- Flannery, Tim, 2010; *The Weather Makers: the history and future impact of climate change*"; Primera Edición 2008, reimpresión 2010; Text Publishing Company, Melbourne, Australia; 320 pp. ISBN 978 1 921351 82 2 (pbk.)
- Fourier, Joseph, 1824; "Remarques Générales sur les Températures Du Globe Terrestre et des Espaces Planétaires." *Annales de Chimie et de Physique* 27: 136-167. Translation by Ebeneser Burgess, 1837; "General Remarks on the Temperature of the Earth and Outer Space," *American Journal of Science* 32: 1-20
- Fowler, H. J., Blenkinsop, S. and Tebaldi, C., 2007; "Linking climate change modelling to impacts studies: recent advances in downscaling techniques for hydrological modelling". *International Journal of Climatology*, 27: 1547-1578.
- García, Enriqueta; 1988, "Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen"; Offset Larios, México. 246 p.
- Gay García Carlos (compilador), 2000; "México: una visión hacia el siglo XXI. El Cambio Climático en México"; Instituto Nacional de Ecología, UNAM, US Country Studies Program; México, 220 p
- Glacken, Clarence J. 1967; "Traces on the Rhodian Shore. Nature and Culture in Western Thought from Ancient Times to the End of the Eighteenth Century". Berkeley: University of California Press. 763 p.
- Gore, Albert, Jr. 1992; "Earth in the Balance: Ecology and the Human Spirit". Boston: Houghton Mifflin Company 408 p.

- Gore, Albert, Jr. 2006 "An Inconvenient Truth".New York: Rodale Press
- Grotch, S.L., 1988; Regional Intercomparisons of General Circulation Model Predictions and Historical Climate Data. Washington, DC: U.S. Department of Energy, pub.
- Hansen, James E., et al.,1980; "Climatic Effects of Atmospheric Aerosols."Annals of the New York Academy of Sciences 338: 575-587.
- Hansen, James E., et al.,1981; "Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide."Science 213: 957-966.
- Hansen, James E., et al.,1983; "Efficient Three-Dimensional Global Models for Climate Studies: Models I and II." Monthly Weather Review 111: 609-662.
- Hansen, James E., et al., 1984; "Climate Sensitivity: Analysis of Feedback Mechanisms." In Climate Processes and Climate Sensitivity.(Geophysical Monographs 29(5):130-163, edited by James E. Hansen and Taro Takahashi, Washington, DC: American Geophysical Union.
- Hansen, James E., et al., 1985; "Climate Response Times: Dependence on Climate Sensitivity and Ocean Mixing." Science 229: 857-859.
- Hansen, James E., et al., 1987; "Prediction of near-Term Climate Evolution: What Can We Tell Decision-Makers Now?Preparing for Climate Change".Proceedings of the First North American Conference on Preparing for Climate Change, October 27-29, 1987. Washington, DC: Government Institutes, Inc.
- Hansen, James E., and Sergej Lebedeff, 1987; "Global Trends of Measured Surface Air Temperature." J. Geophysical Research 92(D11): 13345-13372.
- Hansen, James E., 1988; "The Greenhouse Effect: Impacts on Current Global Temperature and Regional Heat Waves. Testimony to U.S. Senate, Committee on Energy and Natural Resources, June 23, 1988". Washington, DC.
- Hansen, James E., et al., 1988; "Global Climate Changes as Forecast by Goddard Institute for Space Studies 3-Dimensional Model." J. Geophysical Research 93: 9341-9364.
- Hansen, James E., and Lacis Andrew A., 1990; "Sun and Dust Versus Greenhouse Gases: An Assessment of Their Relative Roles in Global Climate Change." Nature 346: 713-719.
- Huntington, Ellsworth, 1914; "The Solar Hypothesis of Climate Changes." Bulletin of the Geological Society of America 25: 477-590.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1990). Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. Report Prepared for IPCC by Working Group I, edited by J.T. Houghton, et al. Cambridge: Cambridge University Press.

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1992). *Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment*, edited by J.T. Houghton, et al. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1996). *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*, edited by J.T. Houghton, et al. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1999). *IPCC Special Report: Aviation and the Global Atmosphere*, Cambridge, Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1999). "IPCC Special Report: Aviation and the Global Atmosphere". Cambridge, Cambridge University Press..
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2000). "Resumen para responsables de Políticas: Escenarios de Emisiones". WMO, 27 pp
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC*, edited by J.T. Houghton, et al. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007a). "Summary for Policymakers." In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, edited by Susan Solomon, et al., pp. 1-18. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007b). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, edited by Susan Solomon, et al. Cambridge: Cambridge University Press
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007c). *Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC*.
- IPCC, (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007d). "Summary for Policymakers." In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report*, edited by Neil Adger, et al., pp. 1-23. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007e). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by B. Metz, et al. Cambridge and New York: Cambridge University Press.

- IPCC, (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2007f; "Summary for Policymakers." In Climate Change 2007: Synthesis Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report, pp. 1-22. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- Jáuregui Ostos, E.; 1965 "Mesomicrolima y bioclima del Valle de México"; Vol. 1, Instituto de Geografía, UNAM, pp 99-123
- Jáuregui Ostos E.; 1995 "Algunas alteraciones de largo período del clima de la Ciudad de México debidas a la urbanización. Revisión y Perspectivas" Investigaciones Geográficas, Boletín Número 31, UNAM; México
- Jáuregui Ostos E., Tejeda A., 2001; "A scenario of human thermal comfort in Mexico City for 2CO₂ conditions"; *Atmósfera*, 14(7):125-138, número 003 Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.
- Jones R.G., Noguer M., Hasell D.C., Hudson D., Wilson S.S., Jenkins G.J., Mitchel J.F.B., (2004) "Generating High Resolution Climate Change Scenarios using PRECIS. Met Office Hadley Centre Exeter, UK 40 pp, April 2004
- Keeling, Charles D., 1960; "The Concentration and Isotopic Abundances of Carbon Dioxide in the Atmosphere." *Tellus* 12: 200-203.
- Keeling, Charles D., 1970; "Is Carbon Dioxide from Fossil Fuel Changing Man's Environment?" *Proceedings of the American Philosophical Society* 114: 10-17.
- Keeling, Charles D., et al., 1976; "Atmospheric Carbon Dioxide Variations at Mauna Loa Observatory." *Tellus* 28: 538-551.
- Keeling, Charles D., 1978; "The Influence of Mauna Loa Observatory on the Development of Atmospheric CO₂ Research." In *Mauna Loa Observatory. A 20th Anniversary Report.* (National Oceanic and Atmospheric Administration Special Report, September 1978), edited by John Miller, pp. 36-54. Boulder, CO: NOAA Environmental Research Laboratories.
- Köppen, W.: 1918: "Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag and Jahreslauf". *Petermanns Geog. Mitt.*, 64: 193-203, 243-248
- Köppen, W., and A. Wegener; 1924; "Die Klimate der Geologischen Vorzeit". Berlin: Borntraeger. 255 p.
- Landsberg, Helmut E., 1946; "Climate as a Natural Resource." *Scientific Monthly*, Oct., pp. 293-298.

- Lorenz, Edward N., 1965; "A Study of the Predictability of a 28-Variable Atmospheric Model." *Tellus* 17: 321-333.
- Lorenz, Edward N., 1993; *The Essence of Chaos*. Seattle: University of Washington Press. 227 pp
- Magaña Víctor, Gay Carlos, 2002, "Vulnerabilidad y Adaptación Regional ante el Cambio Climático y sus Impactos Ambiental, Social y Económicos"; *Gaceta Ecológica*, 65: 27 p.
- Magaña, V., Caetano, E.; 2007, "Pronóstico Climático estacional regionalizado para la República Mexicana como elemento para la reducción de riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al Cambio Climático y para la alimentación del sistema: cambio climático por estado y por sector" SEMARNAT, INE, UNAM, Proyecto: INE/AI-006/2007
- Manabe, Syukuro, and Wetherald Richard T., 1967; "Thermal Equilibrium of the Atmosphere with a Given Distribution of Relative Humidity." *J. Atmospheric Sciences* 24: 241-259.
- Martínez Arroyo, A., Manzanilla Naim, S.; Zavala Hidalgo, J.; 2009; "Vulnerability to Climate Change of marine and coastal fisheries in México" *Atmósfera* 24(1):103-123, UNAM, México, D.F.
- Martínez, Julia; Fernández, Adrián; 2004; *Cambio Climático, una Visión desde México*; Primera Edición, SEMARNAT; 523 p.
- Mercer, J.H., 1968; "Antarctic Ice and Sangamon Sea Level." In *International Association of Scientific Hydrology, Commission of Snow and Ice, General Assembly of Bern*, Publ. No. 79: 217-225.
- Mendoza H. J.M., 1983 "Diagnóstico Climático para la Zona de Influencia Inmediata de la UAAAN". 650 p.
- Milankovitch, Milutin, 1930; "Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Kilimaschwankungen." In *Handbuch der Klimatologie*, edited by W. Köppen and R. Geiger, 1: 1-176. Berlin: Borntraeger.
- Mitchell, J. Murray, Jr., 1961; "Recent Secular Changes of Global Temperature." *Annals of the New York Academy of Sciences* 95: 235-250.
- Molina, Mario J., and Rowland F.S., 1974; "Stratospheric Sink for Chlorofluoromethanes: Chlorine Atom-Catalyzed Destruction of Ozone." *Nature* 249: 810-812.
- Monterroso, A.I. 2009; "Assessing current and potential patterns of 16 forest species driven by climate change scenarios in Mexico"; *Atmósfera* 24 (1) Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, pp.31-52; México, D.F.

- Monterroso, A.I. 2011; "Assessing current and potential rainfed maize suitability under climate change scenarios in Mexico"; *Atmósfera* 24 (1):53-67 Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM; México, D.F.
- National Assessment Synthesis Team, US Global Change Research Program 2000-2001. *Climate Change Impacts on the United States. The Potential Consequences of Climate Variability and Change*, Cambridge and New York: Cambridge University Press.1032 p.
- Neumann, J., 1985; "Climatic Change as a Topic in the Classical Greek and Roman Literature." *Climatic Change* 7: 441-454.
- Ospina-Noreña, J. E., Gay-García, C., Conde, C. and Sánchez-Torres Esqueda, G.; 2009; "Analysis of the water supply-demand relationship in the Sinú-Caribe basin, Colombia, under different climate change scenarios"; *Atmósfera* 22(4):399-412. UNAM, México, D.F.
- Overland J. E., Wang M.; 2009, "A sea ice free summer Arctic within 30 years?"; *Geophysical Research Letters*, 36:LO7502, 5 p
- Palma, B.E.; 2007; "Escenarios Climáticos" Plan Estatal para el Cambio Climático, Gobierno del Estado de Veracruz. 163 p.
- Pfeffer, W. T., et al. 2008; "Kinematic Constraints on Glacier Contributions to 21st-Century Sea-Level Rise." *Science* 321: 1340-1343
- Phillips, Norman A., 1951; "A Simple Three-Dimensional Model for the Study of Large-Scale Extra-Tropical Flow Patterns." *J. Meteorology* 8: 381-394.
- Phillips, Norman A, 1956; "The General Circulation of the Atmosphere: A Numerical Experiment." *Quarterly J. Royal Meteorological Society* 82: 123-164.
- Plass, G.N., 1956a; "The Carbon Dioxide Theory of Climatic Change." *Tellus* 8: 140-154.
- Plass, G.N., 1956b; "The Influence of the 15 Band on the Atmospheric Infra-Red Cooling Rate." *Quarterly J. Royal Meteorological Society* 82: 310-329.
- Plass, G.N., 1956c; "Infrared Radiation in the Atmosphere." *American J. Physics* 24: 303-321.
- Plass, G.N., 1956d; "Carbon Dioxide and the Climate." *American Scientist* 44: 302-16.
- Plass, G.N., 1956e; "Effect of Carbon Dioxide Variations on Climate." *American J. Physics* 24: 376-387.
- Ramanathal, V., et al., 1985; "Trace Gas Trends and Their Potential Role in Climate Change." *J. Geophysical Research* 90: 5547-5566.

- Revelle, Roger, and Rhodes Fairbridge, 1957; "Carbonates and Carbon Dioxide." *Memoirs of the Geological Society of America* 67:1: 239-295.
- Revelle, Roger, and Hans E. Suess, 1957; "Carbon Dioxide Exchange between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ During the Past Decades." *Tellus* 9: 18-27.
- Richardson, Lewis F., 1922, *Weather Prediction by Numerical Process*. Cambridge: Cambridge University Press (reprinted NY, Dover, 1965).236 pp.
- Salathé, E.P. Jr, Mote, P.W., Wiley, M.W.; 2007; "Review of Scenario Selection and downscaling methods for the assessment of climate change impacts on hydrology in the Unites States pacific northwest"; *International Journal of Climatology*, 27: 1611-1621
- Simpson, George C., 1939-40; "Probable Causes of Change in Climate and Their Limitations." *Proceedings of the Linnaean Society of London* 152: 190-219.
- Task Group on Scenario for Climate impact Assessment, IPCC; 1999; "Guidelines on the Use of Scenario Data for Climate Impact and Adaptation Assessment"; Version 1. Prepared by Carter, T. R. M. Hulme and M. Lal.IPCC-TGCIA, 69 p.
- Tejeda Martínez, A., Luyando, E., Jáuregui, E., 2007; "Average conditions of thermal stress in Mexican cities con more than one million inhabitants in the face of climate Change". *Atmósfera* 24(1): 15-30, UNAM, México, D.F.
- Tejeda Martínez, A. and García-Cueto O. R., 2002; "A comparative simple method for human bioclimatic conditions applied to seasonally hot/warm cities of Mexico", *Atmósfera*, 15 (1): 55-66, UNAM, México, D.F.
- Tim Flannery; 2010; *The Weather Makers: the history and future impact of climate change*; Primera Edición 2008, reimpressa 2010. Text Publishing Company, Melbourne, Australia; 320 p.
- Tyndall, John; 1861; "On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours..." *Philosophical Magazine* ser. 4 (22): 169-194, 273-285.
- Widman, M., Bretherton, C.S., Salathé, E.P.Jr; 2003, "Statistical Precipitation downscaling over the northwest of United States using numerically simulated precipitation as a predictor", *International Journal of Climatology*, 16:799-816.
- Wilby, R.L., Wigley, T:M:L., Conway, D., Jones, P:D:, Hewitson, B:C:, Main, J.and Wilks, DS.; 1998, "Statistical Downscaling of General Circulation Models Output: A comparision of methods"; *Water Resources Research*, 34 (11): 2995-3008.

- WMO (World Meteorological Organization); 1989. "The Changing Atmosphere: Implications for Global Security", Toronto, Canada, 27-30 June 1988: Conference Proceedings. Geneva: Secretariat of the World Meteorological Organization.
- World Meteorological Organization; 1998; "Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.
- World Meteorological Organization; 2003; Guide to Climatological Practices; Third Edition, WMO Publishing, 182 p.
- Xu, C-yu; 1999; "From GCMs to river flow: a review of downscaling methods and hydrologic modeling approaches" Uppsala University; Progress in Physical Geography 23, (2): 229-249.
- Zorita, E., Storch, Hans von Storch, 1999: The Analog Method as a Simple Statistical Downscaling Technique: Comparison with More Complicated Methods. J. Climate, 12, 2474–2489.