



¿Qué tan frío se está presentando el invierno 2009-2010?

(Emitido: 01-marzo-2010)

Introducción

Para poder contestar a la pregunta: ¿qué tan frío se está presentando el invierno 2009-2010? tenemos que comparar las temperaturas registradas hasta ahora con sus correspondientes promedios de un intervalo histórico largo (de acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial, más de 30 años). Más aún, para poder calificar a las temperaturas actuales como verdaderamente fuera de lo normal, la comparación debe realizarse no solamente contra la media histórica, sino en el contexto de la variabilidad presente en dicha muestra histórica.

En este documento se presenta un análisis comparativo entre las condiciones recientes (diciembre-2009 y enero-2010) contra su climatología de 40 años, obtenida de los meses de diciembre y enero desde 1961 hasta 2000, esto para las variables de temperatura físicamente medidas en las estaciones climatológicas, la temperatura mínima del día (Tmin) y la temperatura máxima del día (Tmax) . El análisis presentado es solamente para el promedio sobre todo el territorio nacional, aunque alguna información adicional se presenta en cuanto a la distribución geográfica. La climatología de Tmin y de Tmax se maneja como la banda de valor medio \pm desviación estándar para cada día en cuestión.

Fuente de los datos

La información climatológica se obtuvo de las mediciones de las estaciones en la base de datos que el Servicio Meteorológico Nacional maneja con la herramienta CLICOM, esto para cada día de los meses de diciembre y enero desde 1961 hasta el año 2000. Por agilidad de cálculo, se ha utilizado una versión que previamente ha sido interpolada a una malla regular de 0.2 grados de longitud por 0.2 grados de latitud (aproximadamente 20 km por 20 km). Ésta proviene de mediciones de más de 3000 estaciones climatológicas que la CONAGUA y algunas otras instituciones operan.

La información reciente (diciembre-2009 y enero-2010) proviene de las mediciones diarias que un subconjunto de estaciones climatológicas reporta diariamente. Ésta es la única información de este tipo con la que se dispone en tiempo (casi) real. Este subconjunto tiene del orden de 900 estaciones. Éstos son los mismos datos con los que se elaboran los mapas diarios de Tmin y Tmax que aparecen en la página web del SMN (<http://smn.conagua.gob.mx>). Por agilidad de cálculo los datos son interpolados a la misma malla regular de 0.2 grados de longitud por 0.2 grados de latitud del caso de los datos históricos.

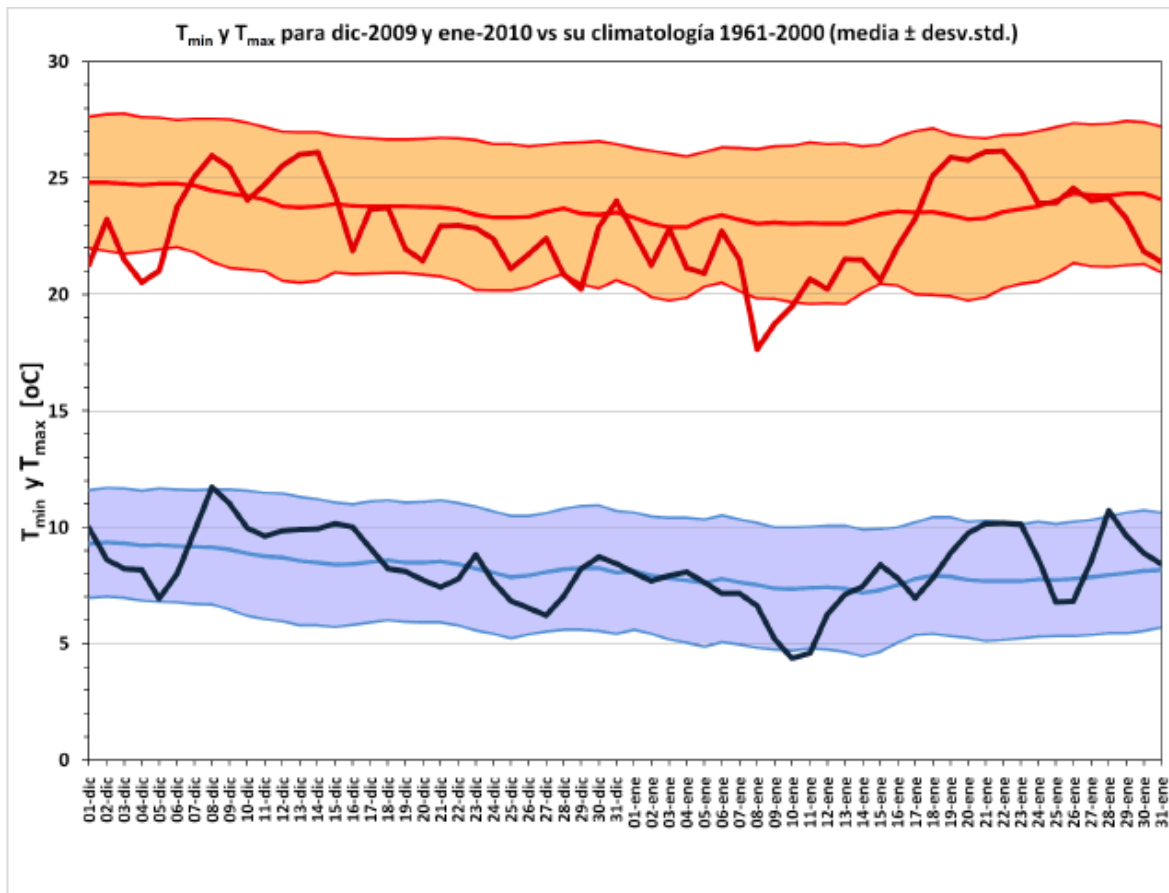
Información sobre las fechas en las que cada frente frío ingresó al territorio nacional se obtuvieron de las imágenes de satélite anotadas con fenómenos significativos que dos veces al día (a las 09:00 y 21:00 horas) aparecen en la página web del SMN (<http://smn.conagua.gob.mx>).

Comparación 2009-2010 contra climatología 1961-2000

En la siguiente gráfica se presenta el resultado del análisis descrito. En color naranja se muestra la banda de valores de Tmax que se considera normal para cada día del calendario, con líneas sólidas rojas en sus extremos (media + desviación estándar y media – desviación estándar), así como una línea sólida roja más gruesa al centro (el valor medio). Sobre este rango de temperaturas máximas diarias normales, se presenta la traza de las mediciones diarias de Tmax durante diciembre de 2009 y enero de 2010, ésta con línea sólida roja más gruesa y más oscura. De manera similar se presenta el rango normal de las temperaturas mínimas diarias, aunque ahora con colores azules equivalentes. Mientras la traza diciembre 2009-enero 2010 se mantenga sobre la banda coloreada, se considera que las temperaturas se han mantenido dentro del rango normal. Las porciones que rebasan la banda de color, se pueden considerar fuera de la variación normal. Específicamente, los bordes superior e inferior de las bandas habrían ocurrido solo en el 16% de los días en los 40 años de datos de referencia (1961-2000).

Como puede observarse, tanto la Tmin como la Tmax de diciembre-2009 y enero-2010 permanecen casi todo el tiempo dentro de los límites normales. Las excepciones se dan, en cuanto temperatura mínima diaria menor que la normal, marginalmente el día 5 de

diciembre de 2009 y brevemente durante los días 10 y 11 de enero de 2010. En el caso de Tmax, resulta menor al rango normal en tres intervalos: del 3 al 6 de diciembre de 2009, el 29 de diciembre de 2009 y del 7 al 10 de enero de 2010; marginalmente también ocurrió el 15 de enero de 2010. Pero también se observa claramente que mientras que la Tmin oscila alrededor de su valor climatológico medio, la Tmax permanece la mayor parte del tiempo por debajo de su valor climatológico medio. Resulta importante puntualizar que estas conclusiones aplican para el promedio a nivel nacional. Determinadas áreas del país mostraron variaciones distintas a las descritas.



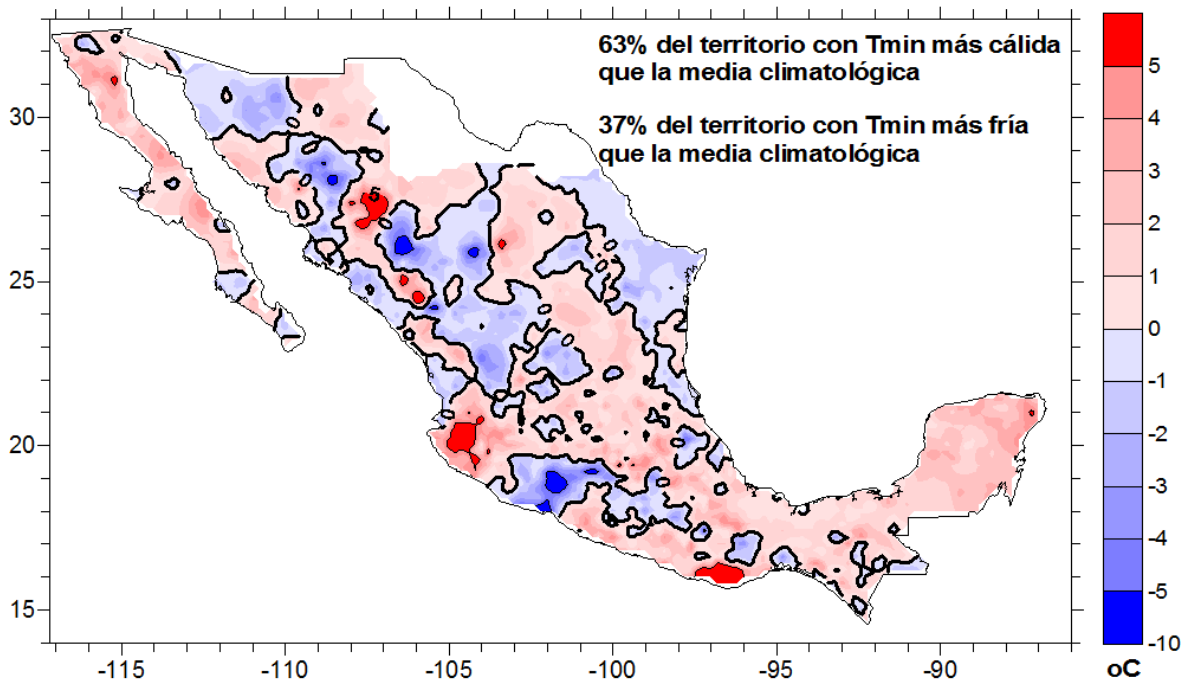
Distribución geográfica

Para explorar la distribución geográfica de las temperaturas (mínima y máxima) de diciembre 2009 y enero 2010 en relación con sus valores climatológicos, se procede a calcular la anomalía absoluta sobre todo el territorio nacional para cada uno de los dos meses. La anomalía es simplemente el número de grados Celsius que la temperatura en diciembre de 2009 o enero de 2010 se encontró por arriba o por debajo de su valor climatológico. Se presentan los resultados en mapas con zonas de tonos rojos para temperaturas por arriba de la climatológica y con zonas de tonos azules para

temperaturas por debajo de la climatológica. Los tonos rojos o azules más intensos se refieren a anomalías más extremas.

El siguiente mapa presenta la anomalía absoluta de Tmin durante diciembre de 2009.

Mapa de la anomalía absoluta de Tmin para diciembre 2009 (con respecto a 1961-2000)

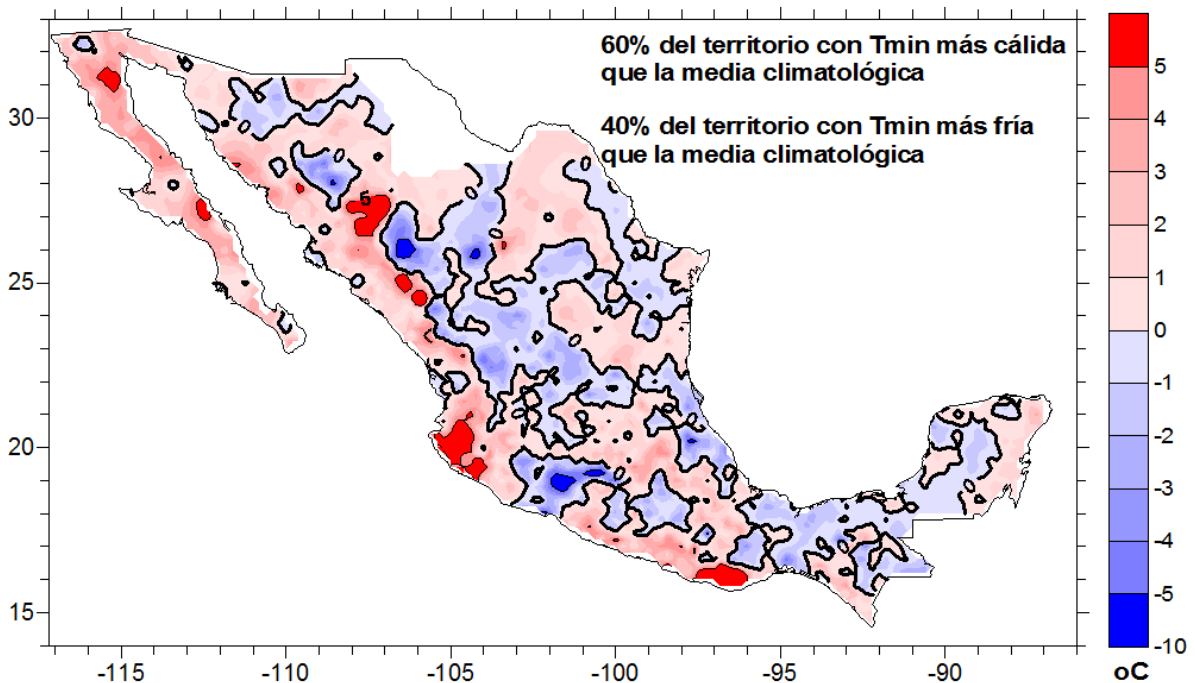


En el mapa los sitios en los que las Tmin resultaron iguales a su media climatológica se marcan con la línea negra gruesa etiquetada con cero (es decir su anomalía es nula). Naturalmente, es dicha línea la que separa las zonas rojas de las azules. Se observa que alrededor de 2/3 del territorio presentó temperaturas mínimas por arriba de su media climatológica (rojos), solo alrededor de 1/3 de territorio presentó temperaturas mínimas por debajo de su media climatológica (azules). El mapa se refiere al comportamiento promedio a lo largo de todo el mes de diciembre de 2009.

Se observa también zonas no definidas al norte de los estados de Chihuahua y Coahuila. Éstas se deben a que la densidad de estaciones en dichas zonas no resultó suficiente para cumplir con las condiciones de la interpolación para la climatología de referencia (1961-2000).

El siguiente mapa presenta la anomalía absoluta de T_{min} durante enero de 2010.

Mapa de la anomalía absoluta de T_{min} para enero 2010 (con respecto a 1961-2000)

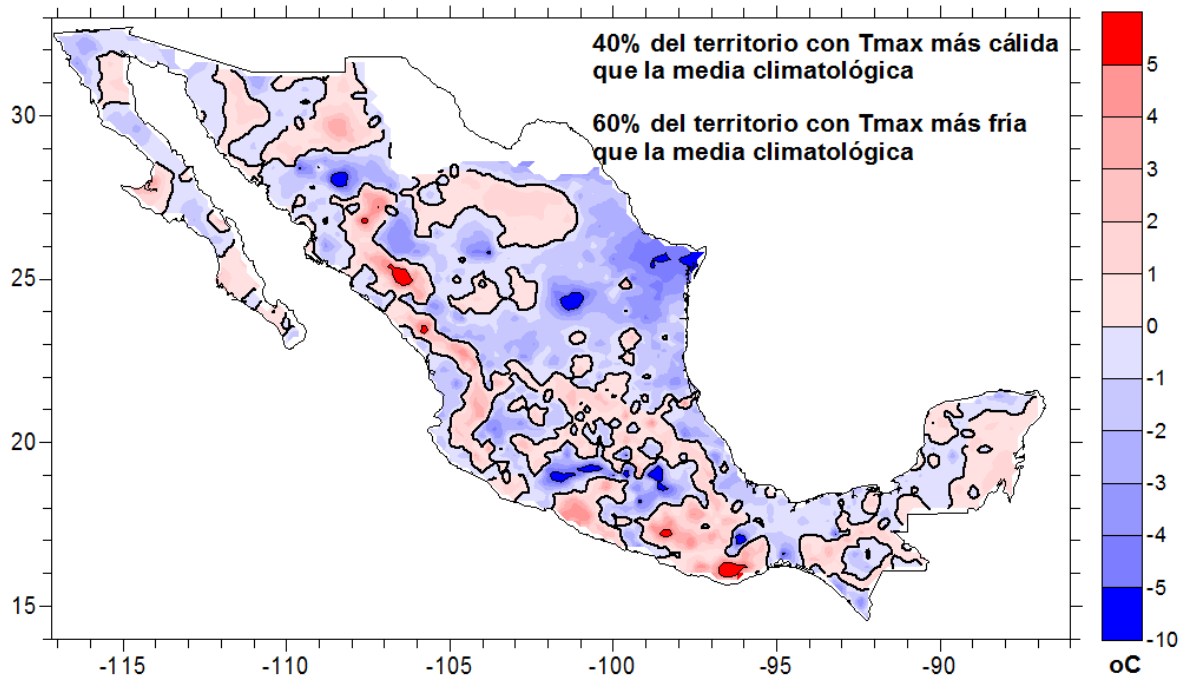


En este caso, se observa mayor equilibrio entre las zonas con T_{min} por arriba y por debajo de la media climatológica, 60% del territorio con T_{min} más cálida que lo normal, 40% del territorio con T_{min} más fría que lo normal.

En ambos meses, diciembre de 2009 y enero de 2010, se observan ciertas zonas en las que la T_{min} resultó significativamente más cálida que lo normal (más de 5°C por arriba de la media climatológica), en el extremo Sur del estado de Oaxaca, en el extremo Oeste del estado de Jalisco y sobre la Sierra Madre Occidental cerca de las fronteras comunes de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa y Durango. El patrón de anomalía de T_{min} entre diciembre 2009 y enero 2010 resulta similar, con la excepción de la región del Istmo de Tehuantepec y la Península de Yucatán en las que dominaron las anomalías positivas en diciembre y alguna dominancia de las anomalías negativas en enero.

El siguiente mapa presenta la anomalía absoluta de T_{max} durante diciembre de 2009.

Mapa de la anomalía absoluta de Tmax para diciembre 2009 (con respecto a 1961-2000)

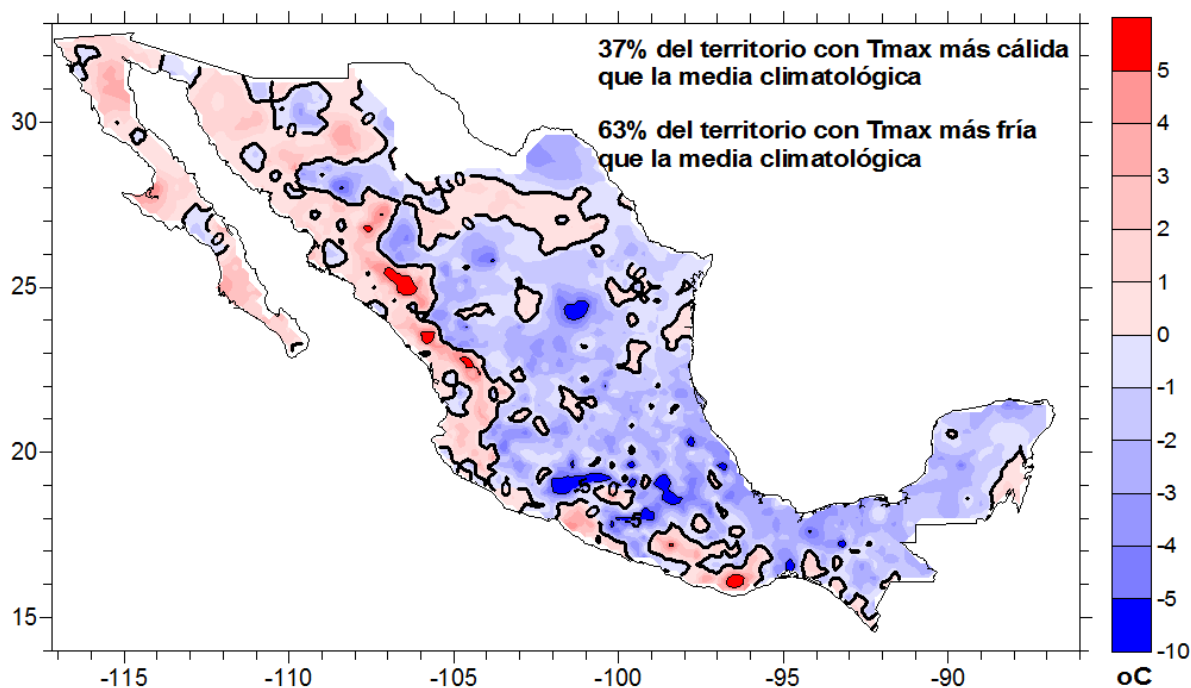


En el caso de la anomalía de Tmax para diciembre 2009 se observa una cierta dominancia de las zonas que resultaron más frías que lo normal (60%) sobre las que resultaron más cálidas que lo normal (40%). La zona del extremo Noreste del país, una que típicamente resiente el desbordamiento de las masas de aire frío detrás de los frentes, presenta una dominancia absoluta de Tmax por debajo de lo normal.

El siguiente mapa presenta la anomalía absoluta de Tmax durante enero de 2010.

Ahora el patrón de anomalías de Tmax positivas y negativas divide claramente al país en dos grandes regiones: la costa Pacífico con dominancia de Tmax por arriba de lo normal (37% del territorio) y el resto del país con dominancia de Tmax por debajo de lo normal (63% del territorio), que coincide con el patrón típico de desbordamiento de las masas de aire frío continental (el que entra desde los EUA, vs el que entra por el extremo Noroeste desde el Pacífico) por detrás de los frentes fríos sobre México durante el invierno. Pero como se puede observar en la primera gráfica, estas anomalías no resultan extremas ya que se mantienen en su mayor parte (a nivel promedio nacional) dentro de la banda de media \pm desviación estándar de la muestra histórica.

Mapa de la anomalía absoluta de Tmax para enero 2010 (con respecto a 1961-2000)



Los patrones de anomalías de Tmax muestran diferencias claras entre diciembre 2009 y enero 2010.

Comparando las trazas y los mapas de Tmin contra los de Tmax, se observa que su variación con respecto a sus valores típicos ha sido inversa; en el caso de las Tmin han dominado las temperaturas ligeramente por arriba de lo normal mientras que en el caso de las Tmax han dominado las temperaturas por debajo de lo normal. Es importante recalcar que las Tmax se ven fuertemente influidas por el grado de cobertura nubosa (a mayor nubosidad menores Tmax). Dicha cobertura nubosa también tiene un efecto hacia la alza sobre la Tmin (a mayor nubosidad mayores Tmin).

Asociación con el Fenómeno de El Niño

Aunque es sabido que la variación de patrones entre un intervalo bajo condiciones de El Niño y otro es grande, vale la pena comparar los patrones mostrados contra los promedios de muchas temporadas invernales con El Niño activo, que se presentan en la publicación "Los impactos de El Niño en México" editado por el Dr. Víctor Magaña (1999). En su figura 2.6, parte superior, se muestra un patrón de anomalías de temperaturas invernales durante El Niño (de la muestra 65-66, 72-73, 82-83, 86-87, 91-92 y 97-98), que

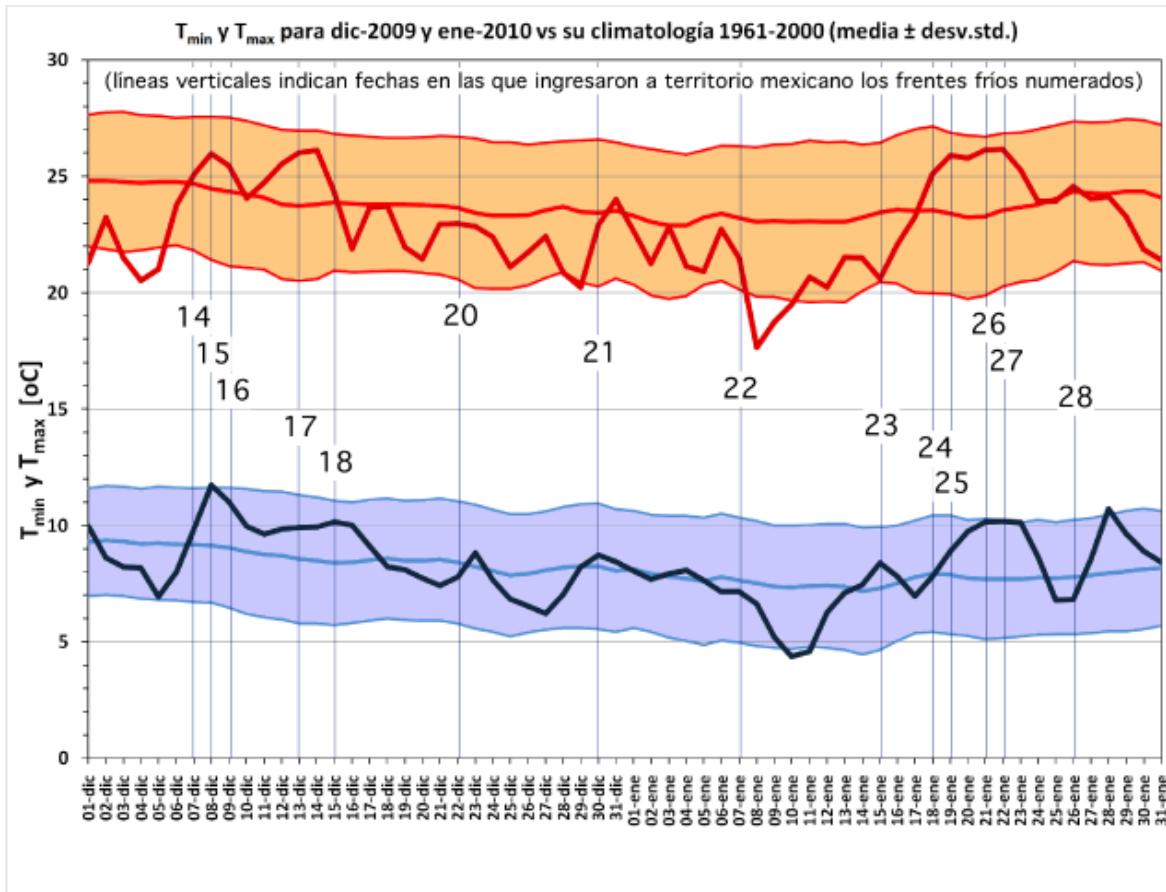
indica una zona de temperaturas más frías que lo normal en la porción Oeste del Altiplano Central con valores del orden de -1.0 a -1.5 °C, una zona con temperaturas más cálidas que lo normal sobre el Sur de la Península de Baja California con valores de $+1.0$ a $+1.6$ °C y otra más con temperaturas más cálidas que lo normal en el Sureste de México con valores de $+0.2$ a $+0.4$ °C. Es importante puntualizar que dicha gráfica no se refiere a Tmin y Tmax por separado y que la temporada invernal considerada es de seis meses de duración (noviembre a abril).

Los patrones observados para Tmin durante diciembre 2009 y enero 2010 no resultan incongruentes con este promedio para inviernos bajo El Niño, pero la distribución geográfica observada para Tmax no coincide con dicho patrón.

Calendario de los frentes fríos

Siendo los frentes fríos los fenómenos meteorológicos dominantes en México durante el invierno, resulta interesante ubicarlos en el tiempo en el contexto de las variaciones de temperatura observadas a lo largo de diciembre 2009 y enero 2010. Esto se presenta en la siguiente gráfica, que es similar a la primera, pero ahora con las fechas de primer ingreso de los frentes fríos al territorio nacional, de acuerdo al análisis realizado diariamente por la Subgerencia de Pronóstico Meteorológico del SMN. Observe que el efecto nacional de los frentes fríos no es de ninguna manera instantáneo, exclusivamente en las fechas marcadas; por el contrario, tienen efecto en las temperaturas durante los siguientes días al de su entrada inicial, duración que varía de frente a frente. La gráfica presentada no categoriza los frentes en cuanto a su intensidad, extensión y permanencia sobre o cerca del territorio nacional. En dicha gráfica no aparece el frente frío 19 por haberse disipado en forma inmediata a su ingreso inicial.

Se observa que la batería de frentes 14, 15 y 16 modifican hacia la baja la Tmin, pero no así la Tmax, lo que hace suponer baja nubosidad asociada a ellos. El par de frentes 17 y 18, así como los frentes 20, 21 y 22, modifican hacia la baja ambas Tmin y Tmax en forma sistemática hasta alcanzar sus mínimos entre el 8 y el 11 de enero. Aparentemente el frente frío 13 (que ingresó en noviembre de 2009, antes del inicio de la gráfica) produjo una baja también importante en las temperaturas a nivel nacional.



Conclusión

La percepción, a través de los reportes de medios, de la población sobre que este invierno ha sido más frío que lo normal, se encuentra más asociado a las relativamente bajas temperaturas máximas del día, no así a las relativamente moderadas temperaturas mínimas del día. Esta percepción de frío se encuentra asociada en forma importante a la cobertura nubosa característica de lo que llevamos del invierno, debido a que impide que la Tmax ascienda a sus valores típicos de invierno.

Durante diciembre de 2009 y enero de 2010 las temperaturas (tanto la mínima diaria como la máxima diaria) se han mantenido, casi todo el tiempo, dentro de los rangos de normalidad con respecto a 1961-2000.

(Responsable: Michel Rosengaus, michel.rosengaus@conagua.gob.mx)