



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Filosofía y letras

Colegio de Geografía

“CLIMATOLOGÍA DE LAS ONDAS CÁLIDAS Y SU IMPACTO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN, EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN”

Tesis que para obtener el título de
Licenciado en Geografía

Presenta:

Diana Arlette Cordero Devesa

Director de Tesis:

Dra. Rosalía Vidal Zepeda



Ciudad universitaria, México D.F. 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS.

PRIMERAMENTE A LAS SECRETARÍAS DE SALUD DE YUCATÁN Y CAMPECHE, AL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL Y AL OBSERVATORIO DE MÉRIDA POR PROPORCIONARME LOS DATOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA INVESTIGACIÓN.

A MIS PROFESORES Y MIEMBROS DEL JURADO POR LA ENSEÑANZA EN SUS CLASES Y LAS TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN QUE ME PROPORCIONARON, EN ESPECIAL A LA MTRA. MARÍA DE LA PAZ POR BRINDARME EL APOYO NECESARIO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS.

RESPECTUOSAMENTE A LA DIRECTORA DE MI TESIS, DRA. ROSALÍA VIDAL POR BRINDARME SUS CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIA, POR TODO EL APOYO QUE ME DIO PARA REALIZAR ESTE TRABAJO Y POR LA AMISTAD QUE ME HA BRINDADO.

CON CARIÑO AGRADEZCO A MI FAMILIA Y AMIGOS QUE SIEMPRE ESTÁN CONMIGO Y CELEBRAN CADA UNO DE MIS ÉXITOS.

A MI UNIVERSIDAD POR COBIJARME Y FORMARME CON VALORES Y CONOCIMIENTOS PARA CRECER PROFESIONAL Y PERSONALMENTE.

EN ESPECIAL DEDICO Y AGRADEZCO A QUIEN SIN IMPORTAR NADA ME HA AYUDADO, APOYADO, AGUANTADO Y HA CAMINADO CONMIGO GABRIEL MUCHAS GRACIAS POR LA PACIENCIA, COMPAÑÍA Y CARIÑO.

ESTE TRABAJO SE LO DEDICO CON MUCHO CARIÑO A MI HERMANA, A MIS ABUELITOS Y A MIS PADRINOS QUIENES DE ALGUNA U OTRA FORMA ME APOYARON PARA QUE YO PUDIERA CONCLUIR MIS ESTUDIOS.

HAGO UN RECONOCIMIENTO ESPECIAL A LA PERSONA QUE AGRADEZCO Y DEDICO ESTE TRABAJO POR EL AMOR, LA COMPAÑÍA, LA COMPRESIÓN Y PACIENCIA, MI MAMÁ QUE SIEMPRE ME APOYA Y CELEBRA CONMIGO MIS LOGROS; LA RIQUEZA QUE ME HA BRINDADO DURANTE MI VIDA JAMÁS PODRÉ PAGARLA, SIEMPRE ESTARÉ PROFUNDAMENTE AGRADECIDA.

“PORQUE LA GEOGRAFÍA MÁS QUE UNA CIENCIA ES UN ARTE”

CONTENIDO

Objetivos	I
Hipótesis	I
Introducción	I
Capítulo I.	
Aspectos Climatológicos de la región Península de Yucatán	1
1.1 Clima de la región	3
1.2 Análisis Histórico de las temperaturas Máximas en el periodo 1922-1930	4
1.2.1 Variación anual de las temperaturas máximas promedio en el periodo 1928-1930--	8
1.3 Análisis histórico de la temperatura máxima y precipitación promedio en el periodo 1953-2010	17
1.4 Análisis histórico de la temperatura máxima del mes más cálido en el periodo 1952-2010--	21
1.4.1 Temperatura máxima de las estaciones meteorológicas en el periodo histórico	1.5
Análisis de temperaturas máximas por quinquenios	23
Capítulo II.	
Aspectos sociales de la Península de Yucatán	31
2.1 Antecedentes históricos	31
2.2 Distribución y densidad de la población.....	32
2.3 Características de la población: grupos de edad y género.....	33
2.4 Distribución espacial de la población	35
2.4.1 Población rural y urbana	39
2.4.2 Zonas metropolitanas	39
Capítulo III	
Estudio de las ondas cálidas en el periodo histórico	44
3.1 Representación gráfica de las ondas de calor en la Península de Yucatán	48
3.2 Temperatura horaria de las estaciones Campeche, Mérida y Chetumal	51

3.4 Frecuencia mensual de las ondas cálidas en la Península de Yucatán -----	51
--	----

Capítulo IV

Impactos del calor en la salud -----	63
4.1 Diagrama bioclimático -----	68
4.2 Trabajo de campo en Mérida y Campeche -----	72
4.3 Resultado de las encuestas-----	76
4.4 Principales enfermedades relacionadas con las temperaturas extremas-----	81
4.5 Efectos del calor en la salud (deshidratación e insolación)-----	88
4.5.1 Insolación -----	88
4.5.2 Deshidratación (Depleción del volumen)-----	89
4.6 Mortalidad por Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA´s) en el estado de Yucatán durante el periodo 2000-2010 -----	92

Índice de figuras

Figura 1.1 Carta del tiempo del servicio meteorológico mexicano (1928)-----	5
Figura 2.1 Pirámide demográfica del estado de Campeche 2010 -----	36
Figura 2.2 Pirámide demográfica del estado de Quintana Roo 2010 -----	36
Figura 2.3 Pirámide demográfica del estado de Yucatán 2010 -----	37
Figura 2.4 Zonas metropolitanas de la Península de Yucatán -----	43
Figura 3.1 Imagen de satélite GOES del 26 de mayo de 2009-----	60
Figura 3.2 Boletín del Servicio Meteorológico Nacional del 26 de mayo de 2009-----	61
Figura 3.3 Boletín de la Comisión Federal de Electricidad del 26 de mayo de 2009 -----	62
Figura 4.1 Diagrama bioclimático con datos del Observatorio Mérida (Yucatán)-----	70
Figura 4.2 Tabla para calcular la Temperatura Aparente (Índice de calor) -----	71
Figura 4.3 Fachada exterior del Observatorio Meteorológico de Mérida Yucatán -----	72
Figura 4.4 Garita meteorológica y otros instrumentos para medir, precipitación y viento -----	73

Figura 4.5 Fachada principal de la Secretaría de Salud, Mérida Yucatán-----	74
Figura 4.6 Soporte de pared para hamacas -----	75
Figura 4.7 Complejos habitacionales vistos desde la periferia de la ciudad de Campeche -----	75
Figura 4.8 Edificio de la Secretaría de Salud del estado de Campeche-----	76
Figura 4.9 Representación gráfica circular del porcentaje de la población según el género en Mérida y Campeche-----	77
Figura 4.10 Representación gráfica de los grupos de edad de la población encuestada -----	77

Índice de Gráficos

Gráfica 1.1 Representación gráfica de las temperaturas máximas mensuales (gráfico superior) y temperaturas máximas anuales (gráfico inferior), de la década de los años 20's en la estación Campeche, Campeche -----	10
Gráfico 1.2 Representación gráfica de las temperaturas máximas mensuales (gráfico superior) y temperaturas máximas anuales (gráfico inferior), de la década de los años 20's en la estación Payo Obispo, Quintan Roo-----	11
Gráfica 1.3 Representación gráfica de las temperaturas máximas mensuales (gráfico superior) y temperaturas máximas anuales (gráfico inferior), de la década de los años 20's en la estación Maxcanú, Yucatán-----	12
Gráfica 1.4 Representación gráfica de las temperaturas máximas mensuales (gráfico superior) y temperaturas máximas anuales (gráfico inferior), de la década de los años 20's en la estación Mérida, Yucatán -----	13
Gráfica 1.5 Representación gráfica de las temperaturas máximas mensuales (gráfico superior) y temperaturas máximas anuales (gráfico inferior), de la década de los años 20's en la estación Progreso, Yucatán -----	14
Gráfica 1.6 Representación gráfica de las temperaturas máximas mensuales (gráfico superior) y temperaturas máximas anuales (gráfico inferior), de la década de los años 20's en la estación Valladolid, Yucatán -----	15
Gráfica 1.7 Comparación de las temperaturas máximas, Chetumal, Q.Roo, en el periodo 1922-1930 y 1998-2005 -----	16
Gráfica 1.8 Temperatura máxima en el periodo 1953-2007, Candelaria, Campeche-----	23
Gráfica 1.9 Temperatura máxima en el periodo 1953-2007, Palizada, Campeche -----	23

Gráfica 1.10 Temperatura máxima en el periodo 1953-2007, Chetumal, Quintana Roo -----	24
Grafico 1.11 Temperatura máxima en el periodo 1953-2007, Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo -----	24
Grafico 1.12 Temperatura máxima en el periodo 1953-2007, Sotuta, Yucatán -----	25
Grafico 1.13 Temperatura máxima en el periodo 1953-2007, Motúl, Yucatán -----	25
Gráfica 1.14 Quinquenios del mes más frio (enero) y más caliente (mayo) en el periodo 1953-2010, Candelaria, Camp -----	28
Gráfica 1.15 Quinquenios del mes más frio (enero) y más caliente (mayo) en el periodo 1953-2010, Palizada, Camp -----	28
Gráfica 1.16 Quinquenios del mes más frio (enero) y más caliente (mayo) en el periodo 1953-2010, Chetumal, Q. Roo -----	29
Gráfica 1.17 Quinquenios del mes más frio (enero) y más caliente (mayo) en el periodo 1953-2010, F.C.Puerto, Q.Roo -----	29
Gráfica 1.18 Quinquenios del mes más frio (enero) y más caliente (mayo) en el periodo 1953-2007, Sotuta, Yuc -----	30
Gráfica 1.19 Quinquenios del mes más frio (enero) y más caliente (mayo) en el periodo 1953-2010, Motúl, Yuc -----	30
Gráfica 2.1 Pirámide Demográfica por grupo quinquenal del estado de Campeche 2010 -----	37
Gráfica 2.2 Pirámide Demográfica por grupo quinquenal del estado de Quintana Roo 2010 ----	38
Gráfica 2.3 Pirámide Demográfica por grupo quinquenal del estado de Yucatán 2010 -----	38
Gráfica 3.1 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Candelaria, Campeche en 1952-2003 -----	48
Gráfica3.2 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Palizada, Campeche en 1952-2003. -----	48
Gráfica 3.3 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Campeche, Campeche en 1952-2003 -----	48
Gráfica 3.4 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo en 1952-2004 -----	49

Gráfica 3.5 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Kantunilkin, Quintana Roo en 1952-2004-----	49
Gráfica 3.6 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Chetumal, Quintana Roo en 1952-2004-----	49
Gráfica 3.7 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Mérida, Yucatán en 1952-2000-----	50
Gráfica 3.8 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Motúl, Yucatán en 1952-2000-----	50
Gráfica 3.9 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Sotuta, Yucatán en 1952-2000-----	50
Gráfica 3.10 Representación gráfica de la temperatura horaria en la estación Campeche para los días 22 y 23 de diciembre de 2012-----	52
Gráfica 3.11 Representación gráfica de la temperatura horaria en la estación Mérida para los días 22 y 23 de diciembre de 2012-----	52
Gráfica 3.12 Representación gráfica de la temperatura horaria en la estación Chetumal para los días 22 y 23 de diciembre de 2012-----	52
Gráfica 4.1 Comparación entre las temperaturas máximas semanales y el número de casos de enfermedades intestinales en el estado de Campeche en el año 2010.-----	83
Gráfica 4.2 Comparación entre las temperaturas máximas semanales y el número de casos de enfermedades intestinales en el estado de Quintana Roo en el año 2010 -----	84
Gráfica 4.3 Comparación entre las temperaturas máximas semanales y el número de casos de enfermedades intestinales en el estado de Yucatán en el año 2010 -----	85
Gráfica 4.4 Comparación gráfica por periodos de cuatro semanas de temperaturas máximas y enfermedades intestinales semanales, de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán ---	87
Gráfica 4.5 Representación gráfica de la mortalidad masculina por exposición al calor excesivo (insolación) en el periodo 1998-2010 -----	90
Gráfica 4.6 Representación gráfica de la mortalidad total por exposición al calor excesivo (insolación) en el periodo 1998-2010 -----	90
Gráfica 4.7 Representación gráfica de la mortalidad en hombres por depleción del volumen en el periodo 1998-2010 -----	91

Gráfica 4.8 Representación gráfica de la mortalidad en mujeres por depleción del volumen en el periodo 1998-2010 -----91

Gráfica 4.9 Representación gráfica de la mortalidad total por depleción del volumen en el periodo 1998-2010. -----92

Índice de Mapas

Mapa 1.1 Relieve de la Península de Yucatán ----- 2

Mapa 1.2 Climas de la Península de Yucatán ----- 6

Mapa 1.3 Estaciones meteorológicas de la Península de Yucatán, en el periodo 1922-1930 ----- 7

Mapa 1.4 Estaciones meteorológicas en el periodo 1953-2010-----20

Mapa 2.1 Densidad de población por Municipio en la Península de Yucatán, 2010 -----34

Mapa 2.2 Distribución de la población rural y urbana en la Península de Yucatán, 2007 -----42

Mapa 4.1 Mortalidad por Enfermedades Diarreicas Agudas en Yucatán (2010) -----94

Índice de tablas

Tabla 2.1 Localidades Urbanas con más de 100 mil habitantes en el año 2000-----38

Tabla 3.1 Frecuencia mensual de ondas cálidas de 34 a 39.9 °C, en el Observatorio de Mérida, Yucatán -----55

Tabla 3.2 Frecuencia mensual de ondas cálidas de 34 a 39.9 °C, en el Observatorio de Campeche, Campeche -----55

Tabla 3.3 Frecuencia mensual de ondas cálidas de 34 a 39.9 °C, en la estación Candelaria, Campeche-----56

Tabla 3.4 Frecuencia mensual de ondas cálidas de 34 a 39.9 °C, en el Observatorio de Chetumal, Quintana Roo -----56

Tabla 3.5 Frecuencia mensual de ondas cálidas de 34 a 39.9 °C, en la estación Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo -----57

Tabla 3.6 Conteo mensual en la mitad caliente del año, de ondas cálidas del rango 3 (34-39.9 °C) de 34 a 39.9 °C en tres estaciones de la Península de Yucatán -----58

Tabla 3.7 Conteo mensual en la mitad fría del año, de ondas cálidas del rango 3 (34-39.9 °C) en tres estaciones de la Península de Yucatán -----59

Tabla 4.1 Reporte de temperaturas máximas registradas en 2011 por la Comisión Federal de Electricidad (Boletín CFE)-----	67
Tabla 4.2 Temperatura y Humedad Relativa del Observatorio Mérida (Yucatán) en el periodo 1960-2011 -----	74
Tabla 4.3 Mortalidad por Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA´s) en el estado de Yucatán por municipios en el periodo 2000-2010 -----	93
Conclusiones y recomendaciones -----	95
Bibliografía-----	102

OBJETIVOS.

Estudiar la frecuencia de las ondas de calor en el periodo de 1953-2003. Para analizar cómo se ha ido presentando esta condición y la influencia o relación con la salud en la región climática Península de Yucatán.

Estudiar la prevalencia de las principales enfermedades asociadas con la presencia de ondas de calor, las afectaciones a la población según los grupos de edad y las condiciones de vida de los habitantes de la región climática Península de Yucatán.

HIPÓTESIS.

Debido a que el número de Ondas Cálidas tiende a incrementarse en la región climática Península de Yucatán, la población se ve afectada, por diversas enfermedades infecciosas y parasitarias del aparato digestivo, el aumento considerable de 2-3°C de temperatura durante periodos mayores de 3 días también puede causar deshidratación, insolación y hasta la muerte en grupos vulnerables.

INTRODUCCIÓN

La Península de Yucatán está conformada por tres entidades: Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Es una de las regiones que más cambios territoriales ha presentado a lo largo de la historia debido a que su fragmentación permitió que se formaran países como Belice y Guatemala así como algunos estados propios del territorio nacional. Situada al Sureste del país, está bordeada por aguas de dos mares del océano Atlántico, el Golfo de México por el occidente y norte, y el Mar de las Antillas por el oriente. Es una extensión de escaso relieve cuyas mayores altitudes no llegan a 400 msnm; carece de una red fluvial superficial. Al sureste de la Península, entre Belice y el sur de Petén, se encuentra una de las zonas de más alta precipitación de las tierras bajas.

De acuerdo a la regionalización empleada por Vidal (2005), en el libro *Regiones Climatológicas de México* se estudia la región 11, Península de Yucatán. Se utilizan las estaciones meteorológicas de la zona para contabilizar los datos diarios y mensuales. Se seleccionan estaciones para el periodo histórico, (1953-2010). En Campeche se toman las estaciones de Palizada y Candelaria, para Quintana Roo las estaciones de Felipe Carrillo Puerto y Chetumal, y para Yucatán las estaciones Motúl y Sotuta. Para estudiar la tendencia de las temperaturas extremas se realizan graficas del periodo histórico. Con base a los 4 rangos que emplea el mapa de Ondas Cálidas en la República Mexicana, del Atlas de Salud de la República Mexicana (2010) se analiza la frecuencia de las ondas o periodos cálidos.

Mérida, capital del estado de Yucatán, es una región importante en este estudio, ya que es donde se registra la mayor cantidad de datos, algunos obtenidos manualmente de las cartas de Tiempo (1922-1930) que generaba la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos del Servicio Meteorológico Central, de Tacubaya, D.F, al principio del siglo XX. Es importante que la península ha tenido diferentes conflictos administrativos, por lo que en el año 1924 no se obtuvo ningún dato debido a los conflictos que presentaba el estado en esa época, que comenzó con la caída del Gral. Felipe Carrillo Puerto y la constitucionalidad y reorganización de la administración pública.

Al generar graficas con los datos de temperatura, se calcula la oscilación térmica y así es posible comparar los valores de la mitad fría o caliente del año para relacionarlos con datos epidemiológicos. Con registros de temperatura máxima diaria y de acuerdo a los cuatro rangos de ondas cálidas, se realiza el recuento de los periodos de calor de la región climática.

La insolación, número horas sol brillante, que recibe la Península de Yucatán es bastante elevada y uniforme a lo largo del año, lo que se debe a su posición intertropical. Varía de acuerdo a las estaciones del año por la inclinación de los rayos solares y la duración del día. De acuerdo al mapa de insolación anual la Península de Yucatán va de 2200 horas en el sur a 3000 horas en la mitad norte. (Hernández, 2007). La temperatura media anual es mayor de 26°C. La costa oriental contrasta con la occidental, pues la primera se ve afectada por la corriente marina ecuatorial que es caliente, mientras la occidental cuyas corrientes se desplazan hacia el sur, son

más frías. Hacia el interior se manifiesta un ligero aumento en temperatura debido a la continentalidad. Es una zona de altas temperaturas, donde la influencia de ondas cálidas puede parecer escasa, sin embargo, debe ser evaluada con detalle para conocer los posibles daños a la salud de la población y sus vínculos con el cambio climático.

Las ondas cálidas u olas de calor, como se les llama en Europa, son una condición resultante de la interacción de factores como los sistemas de bajas y altas presiones, las ondas del Este, los vientos alisios, la insolación, la nubosidad y el aumento de la temperatura. Es una medida que determina la transmisión del calor de un cuerpo a otro, del más caliente al más frío. La temperatura del cuerpo humano está entre 36°C y 37°C; si esta se eleva el cuerpo utiliza sistemas de termorregulación para eliminar el exceso de calor.

En la información epidemiológica se incluyen datos estadísticos de mortalidad por enfermedades infecciosas intestinales, así también datos estadísticos de mortalidad por deshidratación e insolación en la región del periodo 1998-2010.

Este trabajo pretende encontrar la relación que tienen las ondas de calor con las enfermedades intestinales, la deshidratación y la insolación en grupos vulnerables así como determinar si la temperatura ha seguido un comportamiento cíclico a lo largo del tiempo y que sea útil para promover la aplicación y mejoramiento de campañas contra golpes de calor y enfermedades relacionadas.

Capítulo 1

Aspectos climatológicos de la región Península de Yucatán.

Desde el punto de vista geográfico, el estudio de la climatología en la Península de Yucatán es muy interesante ya que está situada en la zona intertropical, entre los paralelos 18° y los 21°30' de latitud norte. Está conformada por los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, y forma parte del Sureste Mexicano. Colinda al norte y al oeste con el Golfo de México y al Este con el Mar de las Antillas. Es una extensión de escaso relieve cuyas mayores altitudes no llegan a 400 metros sobre el nivel del mar (msnm) y tiene gran influencia oceánica. Su parte central se encuentra la porción más elevada, la meseta tectónica de Zohlaguna, la cual se extiende en dirección norte-sur en el límite de Campeche y Quintana Roo; la parte más alta se encuentra en la cercanía a la población de Zohlaguna, que tiene un poco más de 300 metros de altitud y desciende al este y al oeste por escalones abruptos. La zona noreste tiene una altitud media de 40 a 60 metros que se extiende al oeste hasta la costa; al norte, el terreno vuelve a elevarse un poco hasta el borde de la Sierra Ticúl, que se encuentra al sur del estado de Yucatán y noreste de Campeche, donde existe un declive relativamente brusco pero escalonado hacia las planicies de la península. Su borde superior tiene una altitud que oscila entre 100 y 170 metros, aunque se han señalado altitudes de hasta 250 metros. (Mapa 1.1)

La temperatura tiene su origen en la insolación efectiva que se relaciona con el relieve y la nubosidad. Siendo la Península de Yucatán plana, tiene mayor insolación aun cuando se encuentra en las mismas latitudes de lugares donde ésta es menor. La insolación que recibe la Península de Yucatán, es bastante elevada y uniforme a lo largo del año, debido a su posición intertropical. La insolación en México contrasta en los meses de mayo y enero, en mayo la mayor insolación se recibe en el norte y sureste del país. En base al mapa de insolación del Atlas Nacional 2007, se destaca que en la porción central presenta insolación de 260 a 280 horas, y en la costa 220 a 240 horas durante el mes de mayo. En contraste, en enero la insolación es de 180 a 200 horas en la mitad oriental de la península, dejando así en la porción occidental con insolación de 200 a 220 horas. Es decir, en el mes de mayo se registraron 9 horas de insolación al día y en enero fueron 7 horas en promedio.

Por su temperatura media anual la región es muy cálida ya que supera los 26 °C. La temperatura media de enero va de los 22 a los 26 °C en la mayor parte de la Península, y de 18 a 22 °C se presenta en dos pequeñas áreas, una en la zona costera norte y la otra al sur. La costa oriental contrasta con la occidental, pues la primera se ve afectada por la corriente marina ecuatorial que es caliente, y la occidental por corrientes que se desplazan hacia el sur y son más frías. Hacia el interior se manifiesta un aumento poco notorio en temperatura, debido a que en esa parte de la Península de Yucatán se encuentra una elevación de hasta 300 metros de altitud. En los meses de mayo a octubre (mitad caliente del año), presentan condiciones muy cálidas con temperaturas mayores a los 26 °C, en toda la región; de noviembre a abril (la mitad fría del año) es cálida con temperatura media de 22 °C y 26 °C, las temperaturas más elevadas se presentan en la mitad centro y oeste de la península, donde la temperatura es superior a los 28 °C. Diciembre, enero y febrero son los meses más frescos del año; durante esta época, las condiciones semicálidas (temperatura de 18 °C a 22 °C) privan sobre la meseta de Zohlaguna y la Sierrita, así como en el extremo noreste de Quintana Roo, área que se amplía en enero para abarcar, también, el noreste del estado de Yucatán.

1.1 Clima de la región.

La región Península de Yucatán pertenece a la porción intertropical del hemisferio norte, en el área de dominio de los vientos alisios. Durante la mitad caliente del año, es decir de mayo a octubre, estos vientos aumentan en intensidad, latitud y altura por lo que gran parte del país se encuentra bajo su influencia, y en la región sur del país, incluyendo la Península de Yucatán predomina la zona intertropical de convergencia que se desplaza hacia el norte. Durante el verano y parte de otoño en el Océano Pacífico y el Mar de las Antillas se presentan los ciclones tropicales, cuya temporada comienza en junio y termina en noviembre pero de agosto a octubre se registra la mayor cantidad de ellos (Morales, 2012).

Durante la mitad fría del año, de noviembre a abril, la faja subtropical de alta presión así como la zona de los alisios se desplazan hacia el sur (García, 1984).

Los climas predominantes de la Península de Yucatán son los subhúmedos con regímenes de lluvias en verano Aw y con lluvias repartidas en todo el año Ax´ (w), excepto la

Isla de Cozumel con clima Am(f) y a lo largo de una angosta franja del litoral norte de Yucatán en donde son secos BS₀ y BS₁. En general, la lluvia aumenta hacia el sur y el este mostrándose seis franjas de clima A, con diferente grado de humedad, que guardan estrecha relación con la distribución de las asociaciones vegetales. Se distinguen tres subtipos del clima cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano Aw: Aw₀, Aw₁, Aw₂ y tres de intermedio: Ax'(w₀), Ax'(w₁) y Ax'(w₂). El régimen de lluvias, aunque es de verano w, registra diferencias por el porcentaje de lluvia invernal que recibe, así, se nota que los lugares situados al este de la zona presenta un porcentaje bajo de lluvia invernal que se señala con letra (w) entre paréntesis. (Vidal, 2005). (Mapa1.2). De acuerdo con la distribución de las lluvias en la región las selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias cubren el sur y oriente de la península; la selva baja caducifolia en el norte y noroeste de Yucatán. Y entre unas y otras se extiende una amplia franja de transición de selvas subcaducifolias (Morales, 2012).

1.2 Análisis histórico de las temperaturas máximas en el periodo 1922-1930.

Mientras que en las estaciones meteorológicas del centro del país se cuenta con los datos de temperaturas máximas de todo el siglo XX, desafortunadamente para la Península de Yucatán la información está incompleta. El registro más antiguo que se tiene de las estaciones es del año 1900 se encuentra en la estación Progreso de Yucatán, si bien se encontraron datos de años individuales de esta región no es posible trabajar dicha década. El periodo con más datos es de 1922 a 1930, sin contar 1924, ya que en este año los problemas políticos administrativos mermaron la obtención de éstos.

La base de datos empleada para el análisis de las temperaturas máximas correspondiente a la década de los años 20's, se integró a partir del registro de 8 estaciones meteorológicas con datos diarios de la temperatura máxima de la Península de Yucatán para compararlos con los correspondientes a la época actual; para tal fin se tomaron en cuenta seis estaciones meteorológicas: la estación Campeche que pertenece al estado con el mismo nombre; Payo Obispo de Quintana Roo y Maxcanú, Mérida, Progreso y Valladolid del estado de Yucatán; dichas estaciones son las únicas con datos en ese periodo, en las Cartas del Tiempo. Aunque también se encuentra la estación Peto de Yucatán y Cozumel de Quintana Roo con datos a

partir de 1926, fueron excluidas por no cumplir con el número mínimo de datos para realizar el análisis (Mapa 1.3).

Los datos fueron obtenidos a partir de 1320 cartas diarias del tiempo elaboradas en la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos del Servicio Meteorológico Central, en Tacubaya, D.F. Las estaciones seleccionadas forman parte de la red de 57 estaciones meteorológicas de esa época. La Carta del Tiempo es un documento valioso por su contenido impreso a dos tintas, en negro las isobaras y rojo las isotermas, cabe resaltar que ningún dato había sido digitalizado hasta ahora (Figura 1.1).

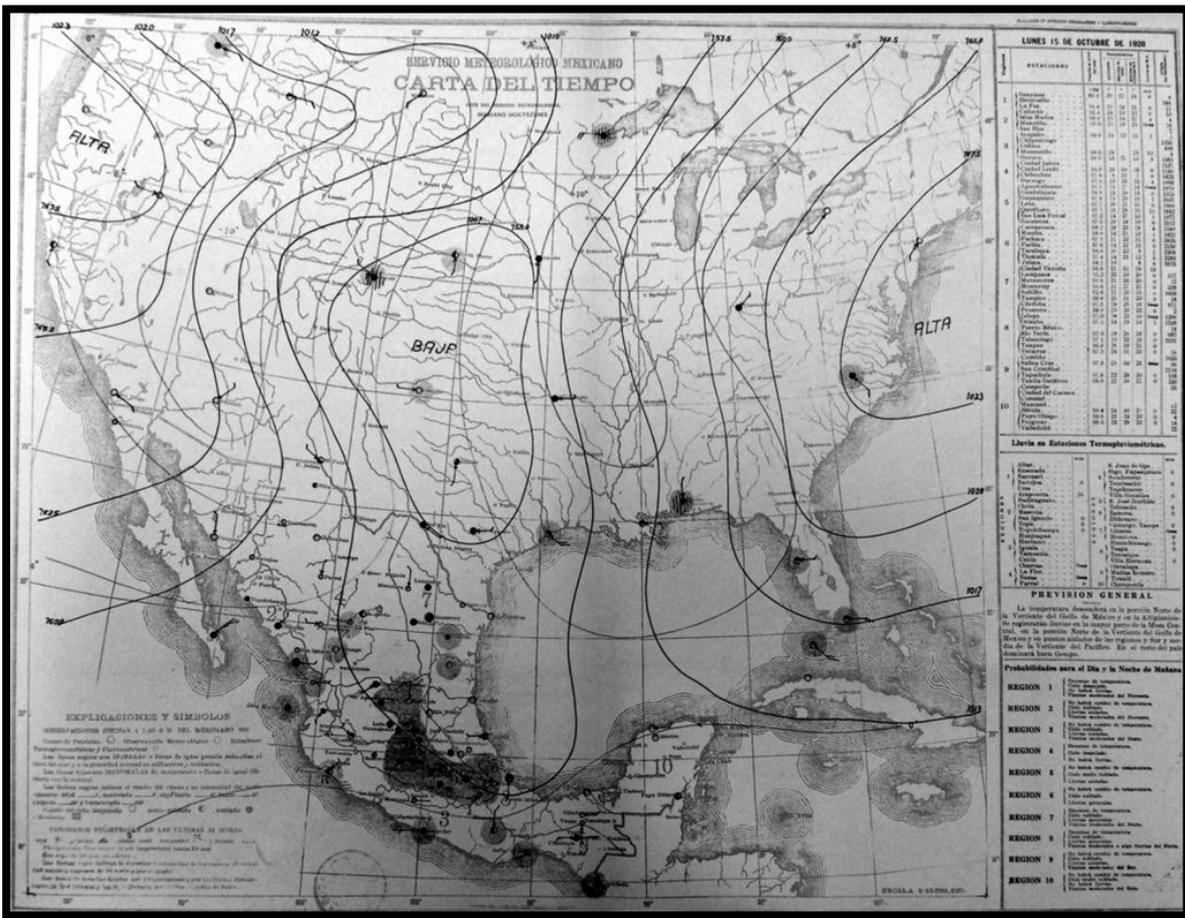
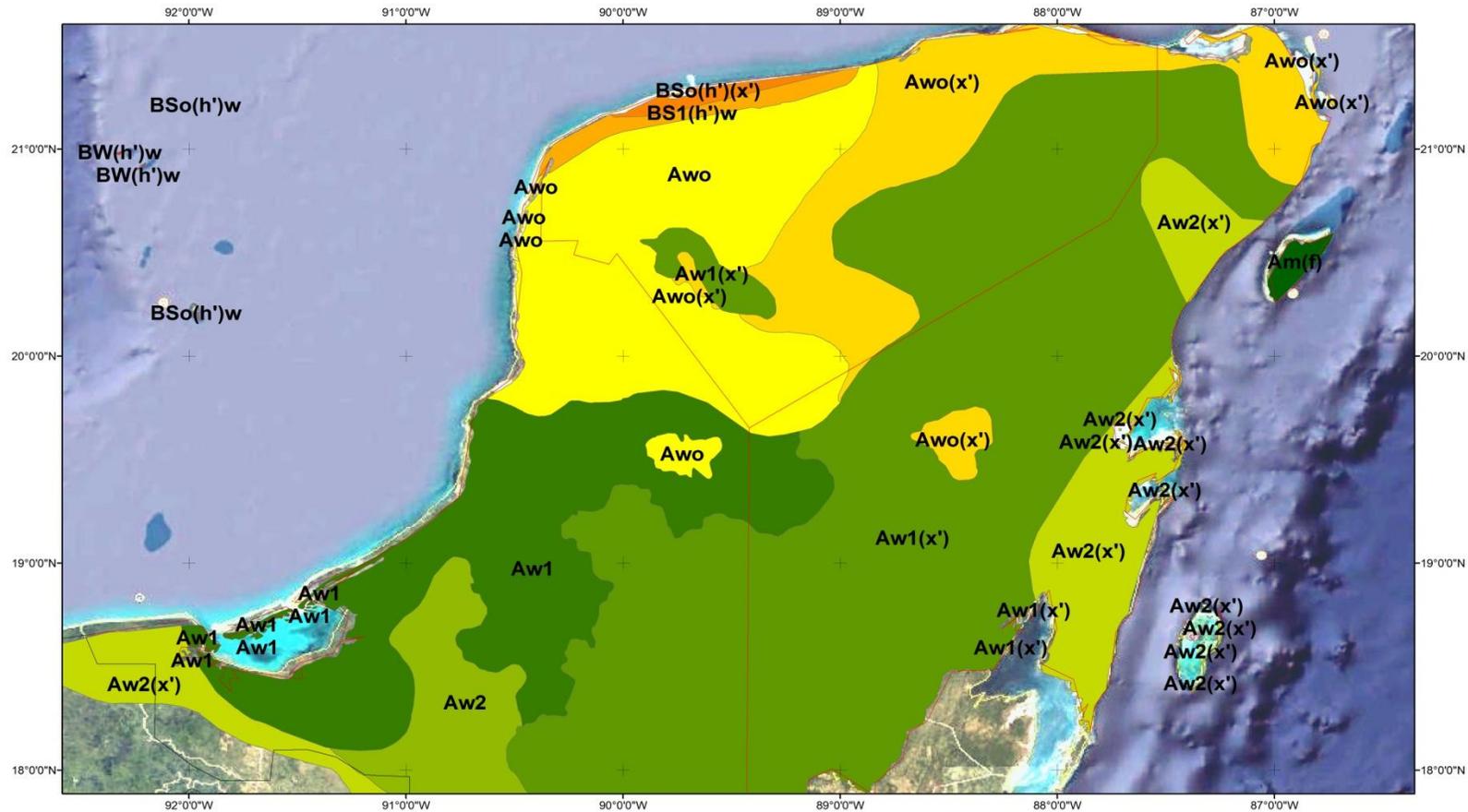


Figura 1.1 Carta del tiempo del servicio meteorológico mexicano (1928).

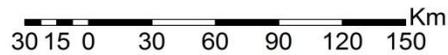
Climas de la Península de Yucatán



Simbología

Tipo de Clima

 Am(f)	 Awo	 BW(h')w
 Aw1	 Awo(x')	
 Aw1(x')	 BS1(h')w	
 Aw2	 BSo(h')(x')	
 Aw2(x')	 BSo(h')w	



Datos de proyección:
 Elipsoide.....Clarke de 1966
 Datum horizontal.....Norteamericano de 1927 (NAD 27)
 Proyección.....Cilíndrica simple (Plate Carrée)

FUENTE: CONABIO
 ELABORÓ: Diana Arlette Cordero Devesa



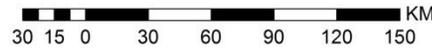
Mapa 1.2 Climas de la Península de Yucatán.

ESTACIONES METEOROLÓGICAS PERIODO HISTÓRICO 1922-1930



Simbología

-  Limite Estatal
-  Estaciones Meteorológicas



Datos de proyección:
 Elipsoide..... Clarke de 1966
 Datum horizontal..... Norteamericano de 1927 (NAD 27)
 Proyección..... Cilíndrica simple (Plate Carrée)

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 1920 "Carta del Tiempo"
 Zinografía de la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, México.

Elaboró: Diana Arlette Cordero Devesa



Mapa 1.3 Estaciones meteorológicas de la Península de Yucatán, en el periodo 1922-1930.

1.2.1 Variación anual de las temperaturas máximas promedio en el periodo 1922-1930.

Las gráficas 1.1 a 1.6 arrojan datos muy interesantes, casi en todas las estaciones los años 1925 y 1926 fueron los más fríos, con una oscilación térmica de 0.5 °C y 1.7 °C por debajo de la media de 30 °C. En la estación Campeche los primeros dos años, 1922 y 1923, fueron los más cálidos, con temperaturas arriba de los 29.5 °C considerando que la temperatura media de ese periodo fue de 28.9 °C. Los años siguientes tienen temperaturas que van sobre la media con fluctuaciones muy ligeras. En el estado de Quintana Roo en la estación Payo Obispo a diferencia de las otras estaciones, la temperatura se comportó de una forma distinta, hay un periodo que va de 1922 a 1927 donde las temperaturas se encuentran por debajo de la media de 30 °C (años templados) y de 1928 a 1930 estuvieron por arriba de la media (años cálidos).

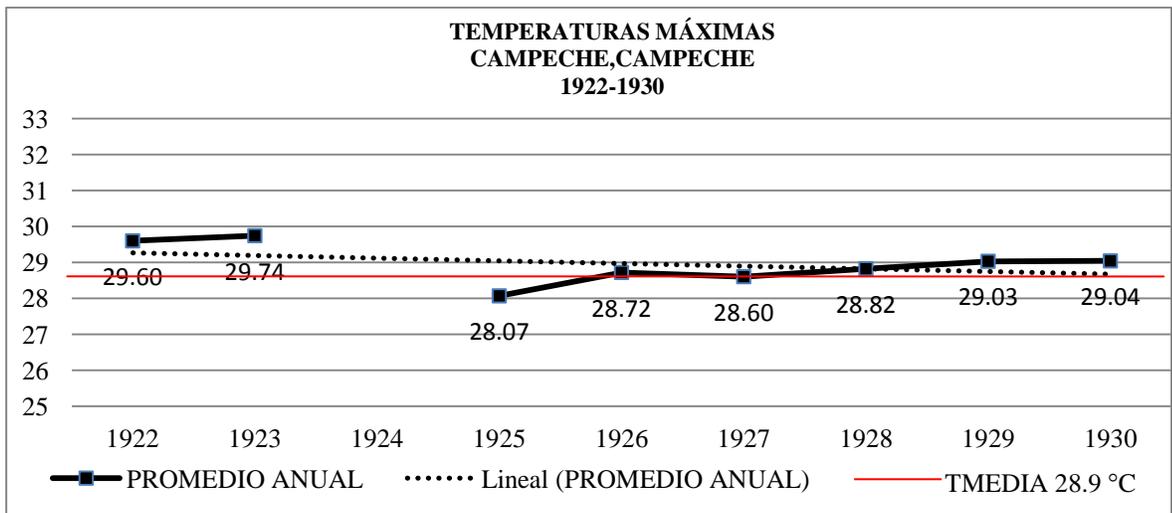
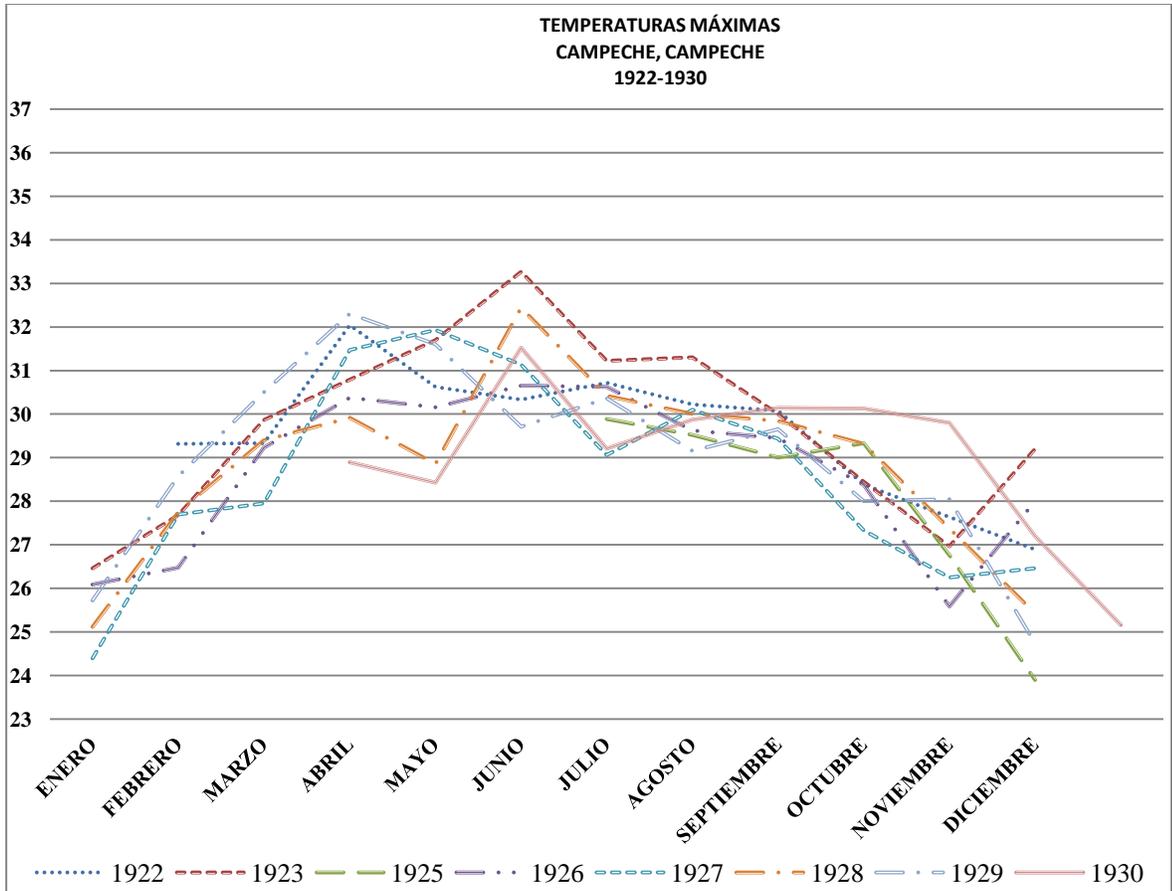
En el estado de Yucatán se contó con cuatro estaciones: Maxcanú, Mérida, Progreso y Valladolid. Maxcanú está situada cerca del límite estatal con Campeche en la porción oeste del estado de Yucatán, el año 1922 fue un poco cálido, sin embargo, hay un periodo de 1923 a 1926 en el que la temperatura desciende y es en 1927 cuando aumenta registrando el año más caliente de ese periodo con 32.5 °C, que es casi un grado por arriba de la media de 31.7 °C. De 1927 a 1929, la temperatura se mantiene en aumento y en 1930 vuelve a disminuir medio grado. La estación Mérida tiene dos periodos sobresalientes, el primero es el frío que va de 1925 a 1926 como antes se mencionó y el segundo de 1927 a 1929 donde alcanzó la temperatura sobre el promedio y en 1930 tiene un ligero enfriamiento. En Progreso, la temperatura promedio es de 28.5 °C, siendo la estación que registra las temperaturas más bajas de la región. En los años 1922 y 1923 la temperatura estuvo ligeramente por encima de la media, disminuyó 0.5 °C en 1925 registrando 28 °C y a partir de 1926 aumenta ligeramente hasta 1930 donde alcanza la temperatura media lo que probablemente se debe a la influencia del mar, ya que es la estación más cercana a la fuente de humedad.

Por último, en la estación Valladolid, la temperatura promedio de este periodo es de 30.9 °C, la variación anual es corta, los años 1925 y 1926 son fríos y en 1930 la temperatura aumenta medio grado centígrado por encima de la media. Este análisis confirma lo que

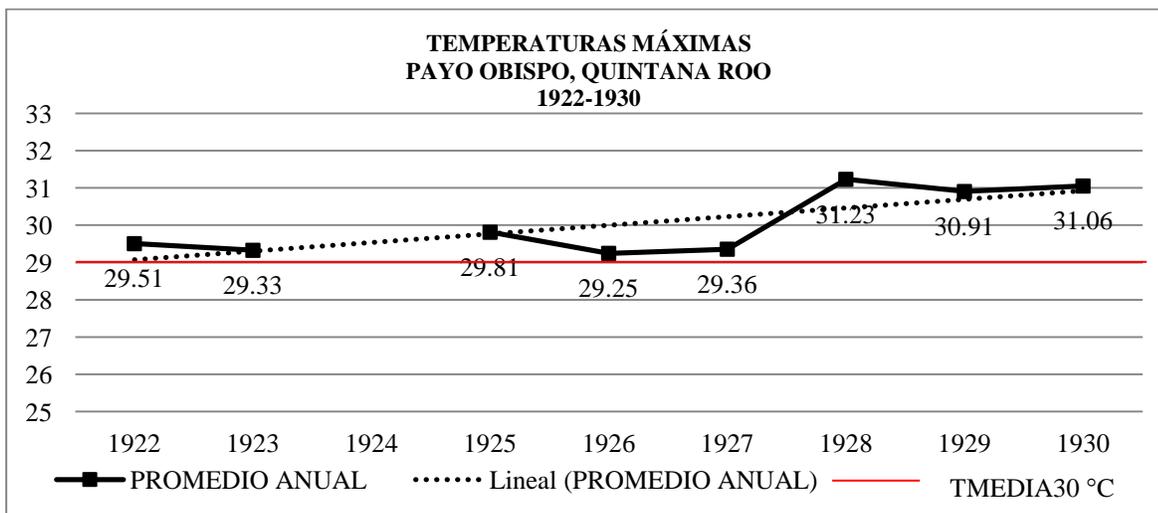
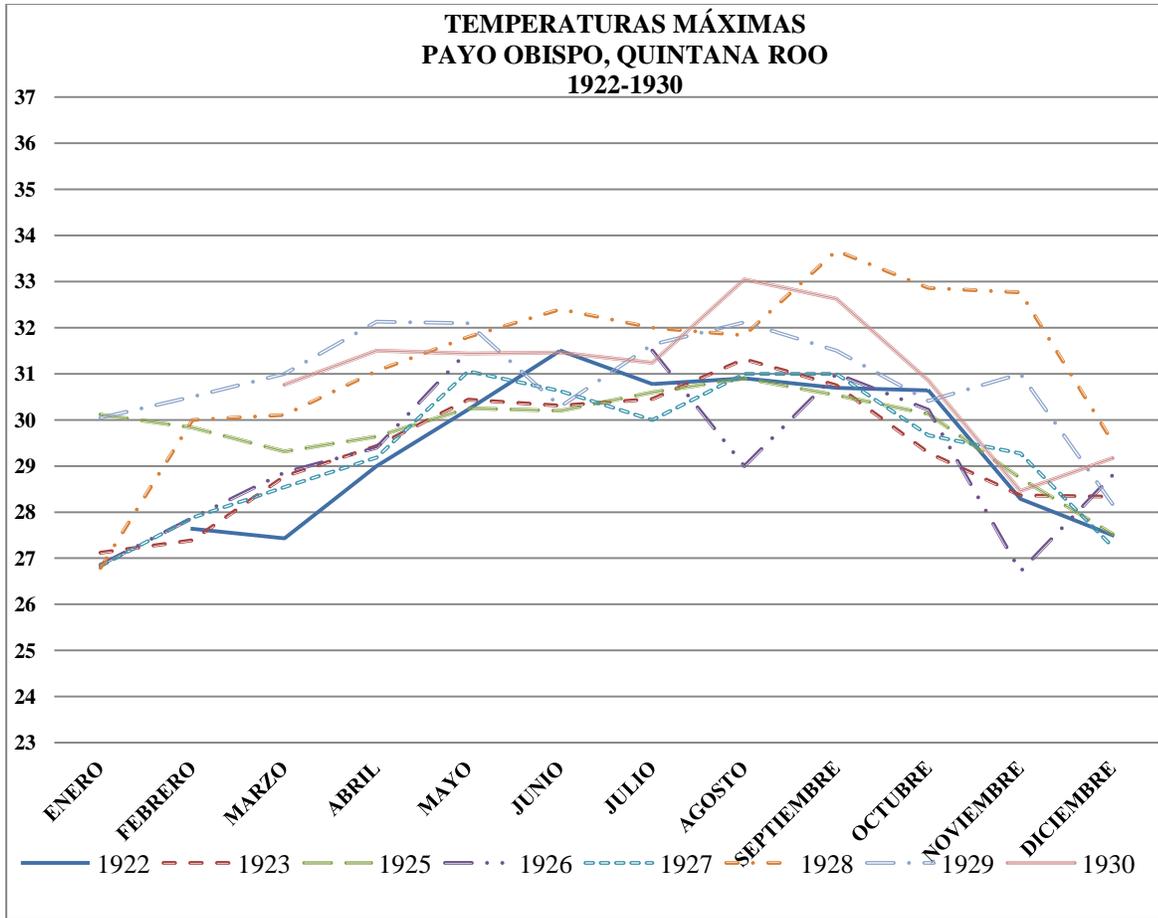
menciona Vidal (2004), en la tesis Doctoral *Climatología de los inviernos* donde hace referencia a una época muy fría en la década de los 20's.

En las graficas de temperaturas máximas anuales se observa la variación de la temperatura por mes y año, la temperatura más caliente oscila entre 32.5 °C y 36.3 °C, el mes más caliente en todas las estaciones varía entre mayo y junio, los años predominantes son 1923 y 1928. En contraste, la temperatura más fría se presenta en enero de 1927 en Progreso con 23.9 °C, los años más fríos son 1925 y 1926 en la mayoría de las estaciones, el mes más frio es enero; en todas las estaciones durante 3 a 5 años la temperatura mínima en ese mes. Hay estaciones como Campeche, Maxcanú, Mérida y Valladolid donde la temperatura más baja se presenta en diciembre.

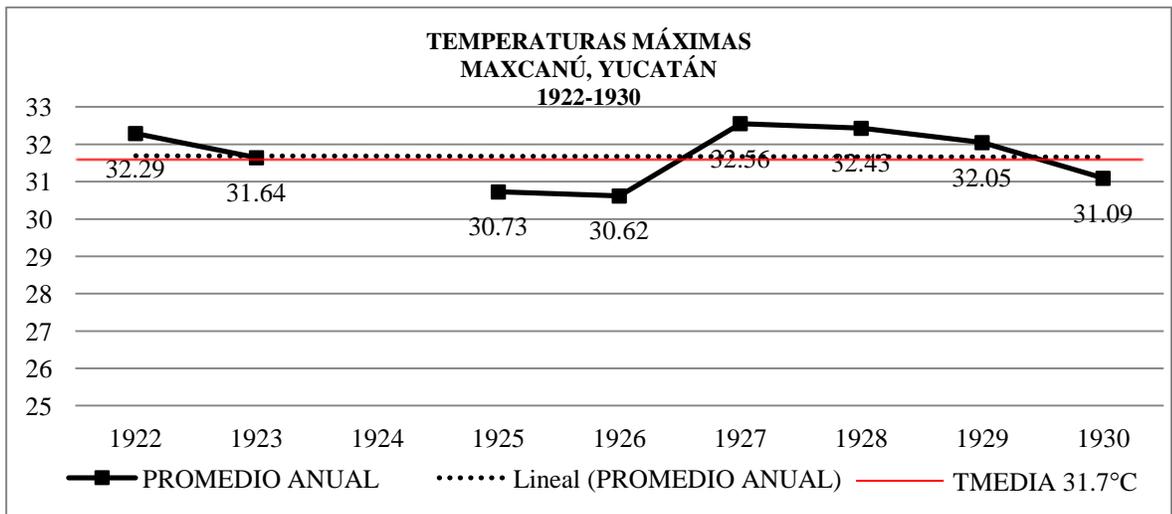
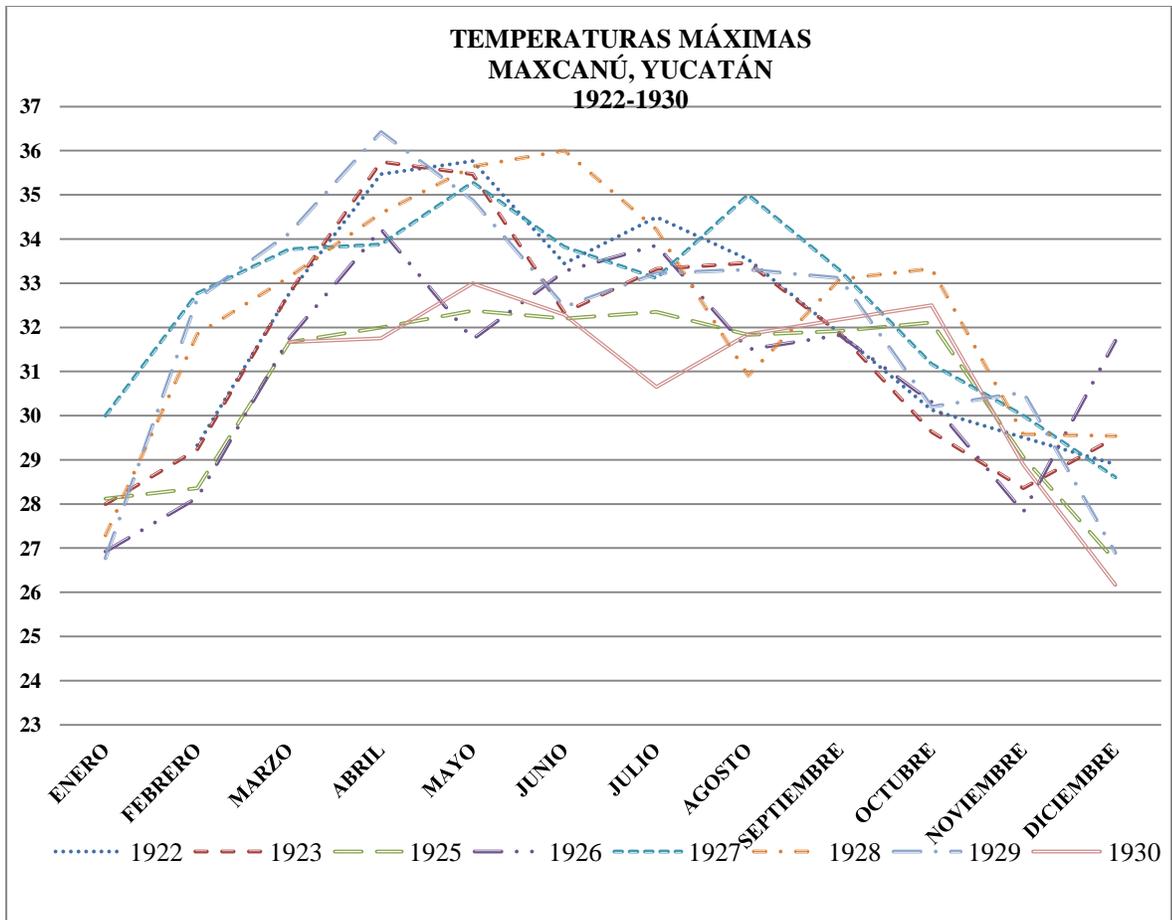
En la grafica 1.7 se aprecia el claro aumento de las temperaturas de la década de 1920 a 1930 en comparación al periodo 1998-2005. El año 1926 la temperatura tenía un comportamiento muy similar al más reciente, sobre todo por que resalta el aumento en los meses de mayo y septiembre, lo que permite concluir que los meses del periodo histórico no tienen una tendencia marcada, lo que resalta son los meses fríos de enero-febrero en que la temperatura alcanzó los 27 °C. En la mitad caliente del año, durante el mes de septiembre se registró la temperatura máxima de 34 °C, en contraste, los meses fríos la temperatura de 2001 y 2003 alcanzó los 28 °C, el resto de los años la temperatura mínima está por arriba de los 29 °C, lo que significa que en un periodo de 50 años la temperatura tiene un aumento de dos grados centígrados en la mitad fría del año. Para la mitad caliente también es interesante esta comparación, ya que en 1928 se registró la temperatura máxima de 34 °C en el mes de septiembre, mientras que en el periodo actual la temperatura no se vio tan afectada como en la mitad fría del año, ya que la temperatura máxima registrada fue de 35 °C en el mes de agosto, lo que indica que en un periodo de aproximadamente de 50 años la temperatura máxima aumentó solo un grado centígrado.



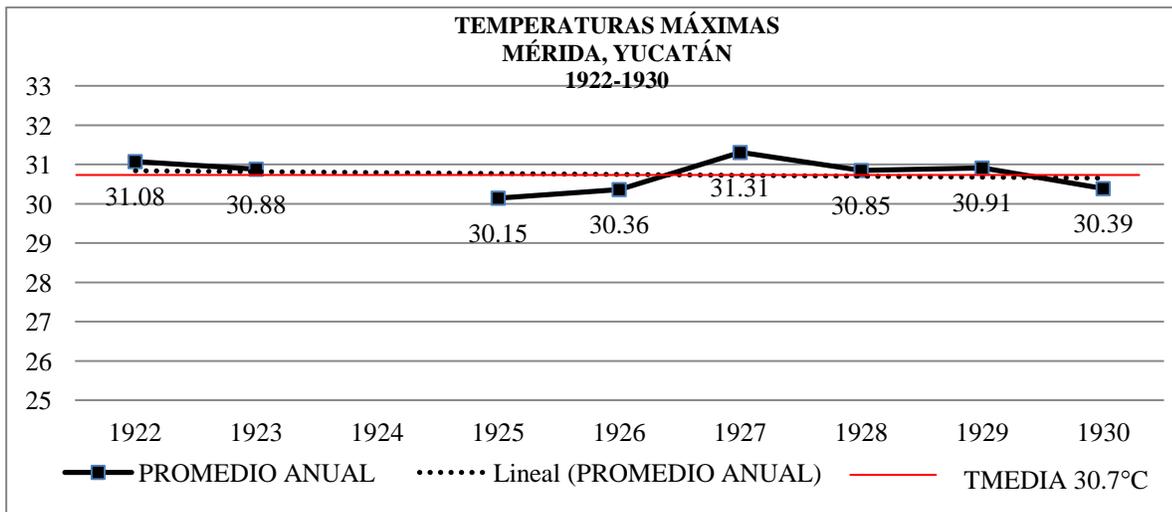
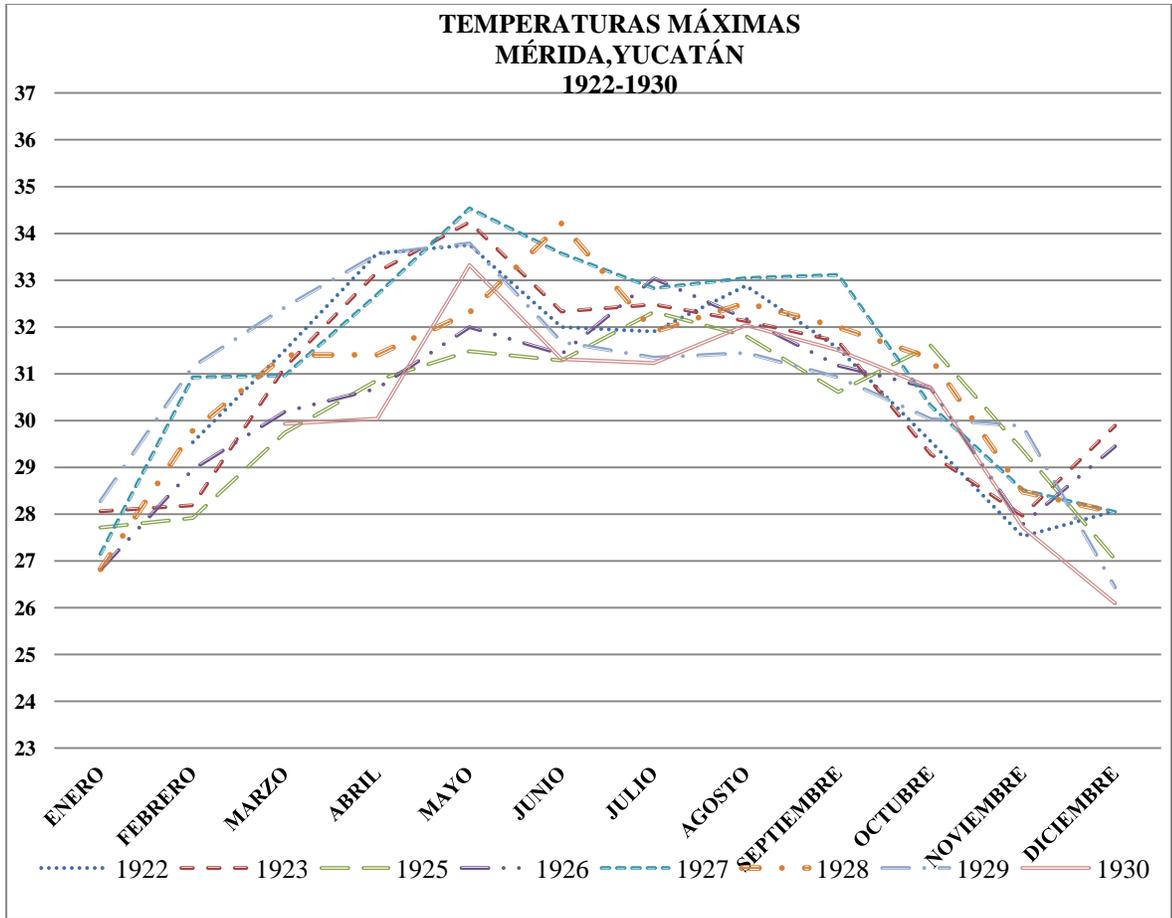
Grafica 1.1 Representación gráfica de las temperaturas máximas mensuales (gráfico superior) y temperaturas máximas anuales (gráfico inferior), de la década de los años 20's en la estación Campeche, Campeche.



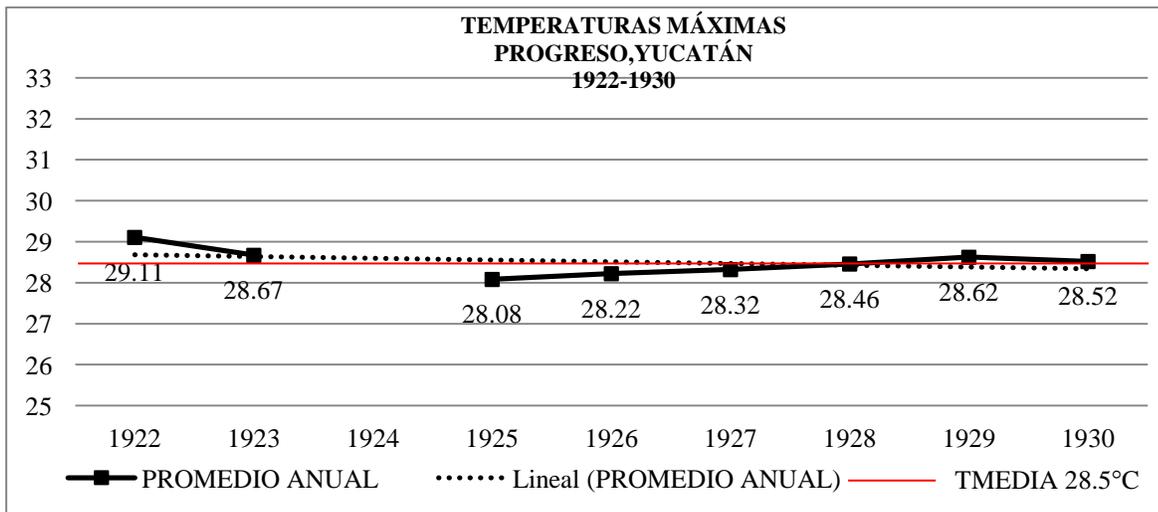
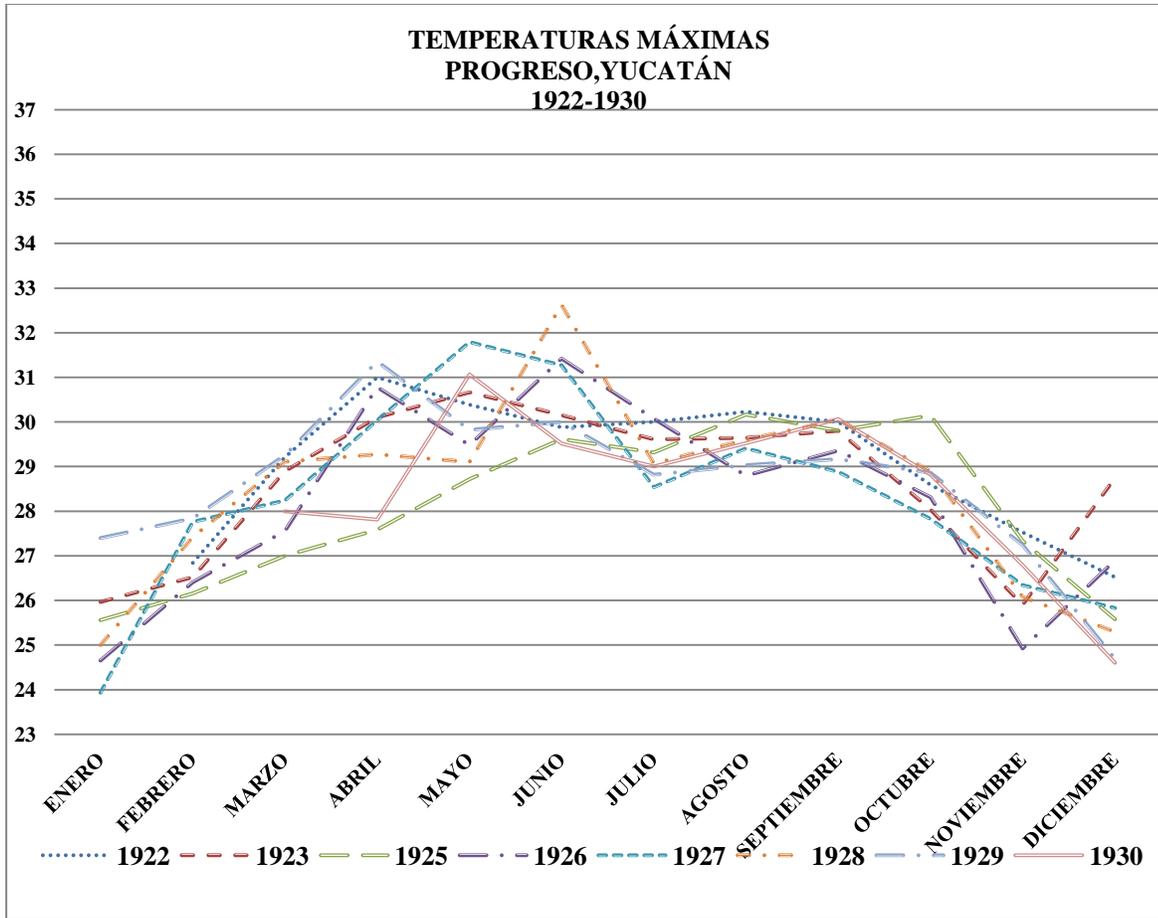
Grafica 1.2 Representación gráfica de las temperaturas máximas mensuales (gráfico superior) y temperaturas máximas anuales (gráfico inferior) de la década de los años 20's en la estación Payo Obispo, Quintana Roo.



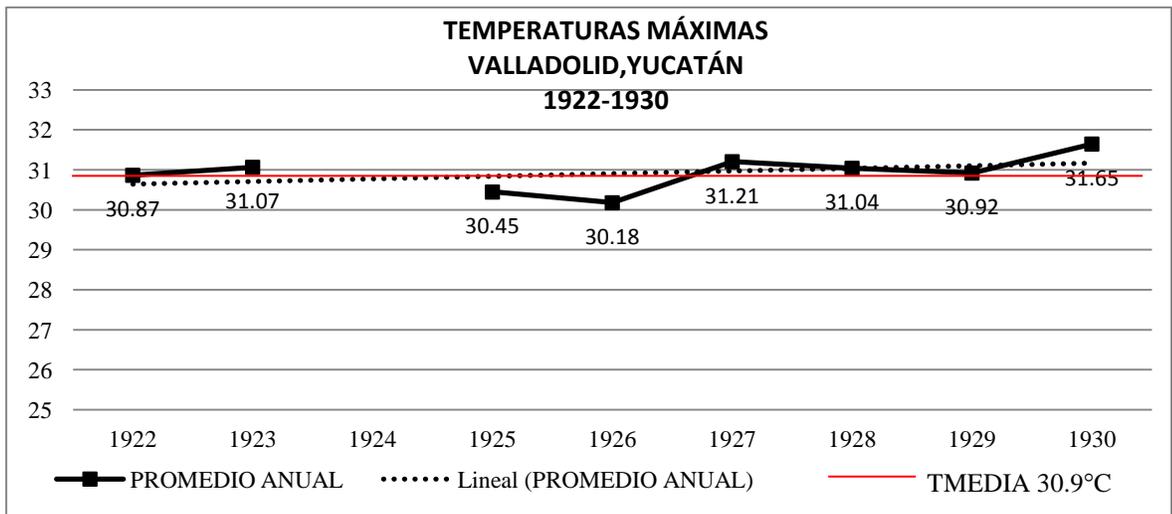
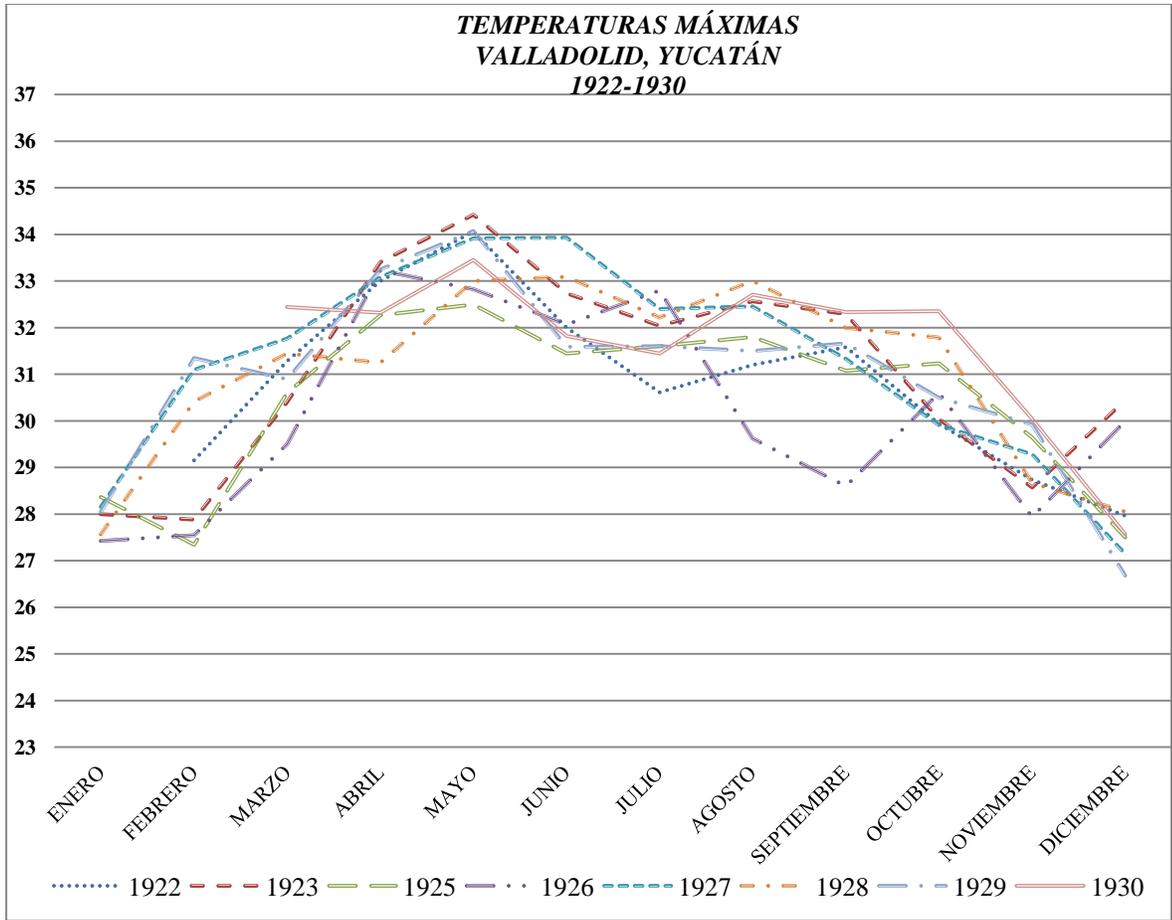
Grafica 1.3 Representación gráfica de las temperaturas máximas mensuales (gráfico superior) y temperaturas máximas anuales (gráfico inferior) de la década de los años 20's en la estación Maxcanú, Yucatán.



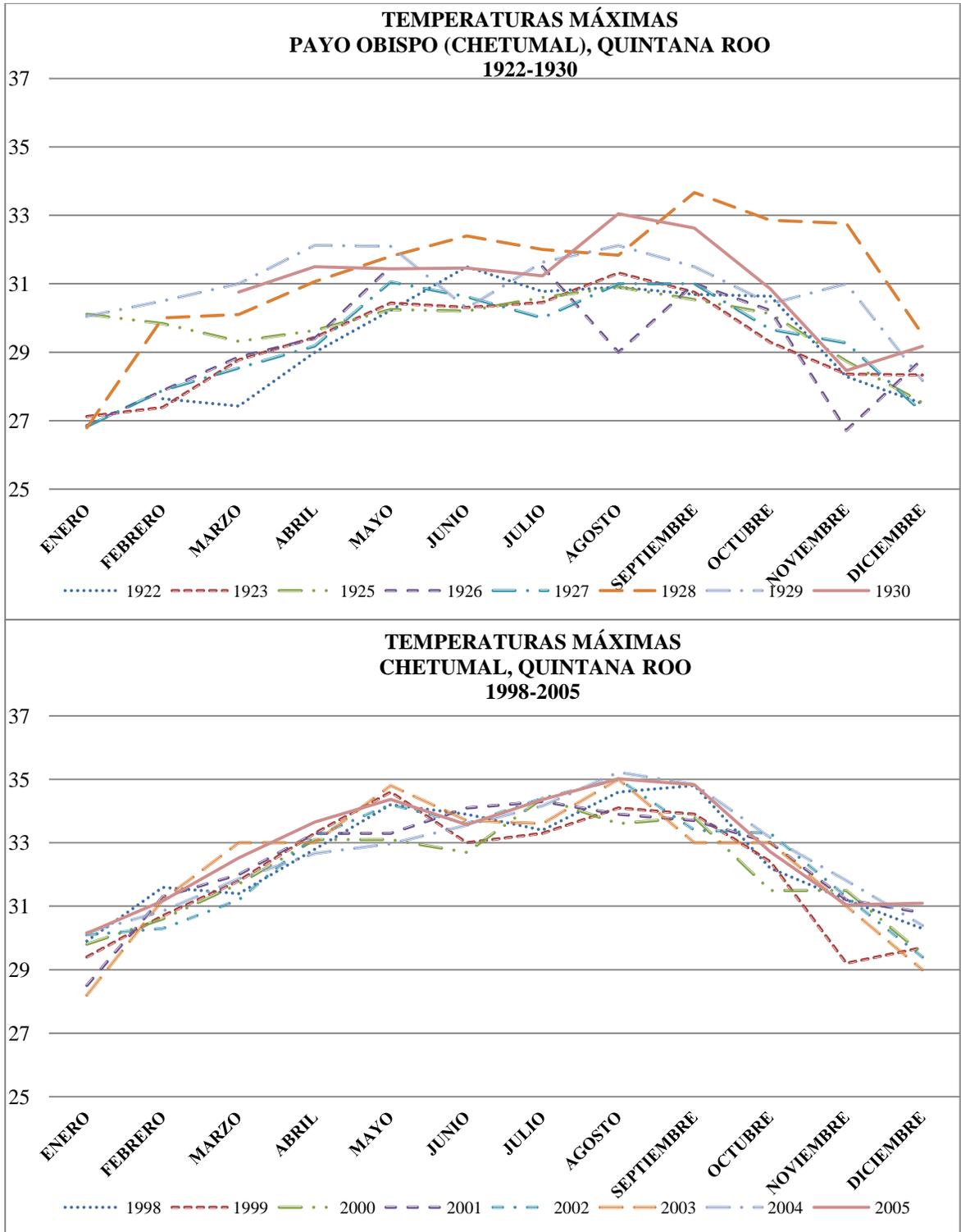
Grafica 1.4 Representación gráfica de las temperaturas máximas mensuales (gráfico superior) y temperaturas máximas anuales (gráfico inferior) de la década de los años 20's en la estación Mérida, Yucatán.



Grafica 1.5 Representación gráfica de las temperaturas máximas mensuales (gráfico superior) y temperaturas máximas anuales (gráfico inferior) de la década de los años 20's en la estación Progreso, Yucatán.



Grafica 1.6 Representación gráfica de las temperaturas máximas mensuales (gráfico superior) y temperaturas máximas anuales (gráfico inferior) de la década de los años 20's en la estación Valladolid, Yucatán.



Grafica 1.7 Comparación de las temperaturas máximas en el periodo 1922-1930 y 1998-2005.

1.3 Análisis histórico de la temperatura máxima y precipitación promedio en el periodo 1953-2010

Se seleccionaron dos estaciones meteorológicas en cada uno de los estados. En Campeche: Palizada y Candelaria, en Quintana Roo: Chetumal y Felipe Carrillo Puerto y en Yucatán: Motúl y Sotuta, con datos correspondientes al periodo histórico 1953 – 2010 (Mapa 1.4).

Para el estado de Campeche, el periodo histórico abarca de 1953 a 2010 representado por las estaciones de Candelaria y Palizada. En la primera se observan fluctuaciones de temperaturas en todo el periodo, el mes más caliente en esta estación es mayo. En la primera parte del periodo de 1953 a 1961 las temperaturas fueron bajas, a partir de 1957 el mes de mayo registró 33 °C, y hasta 1964 se presentó la temperatura más alta de todo el periodo con 41 °C en el mes de agosto. Es interesante mencionar que 1965 fue un año muy caliente, probablemente asociado con la falta de precipitación. En años posteriores a 1965 la temperatura disminuyó y se mantuvo con ligeras fluctuaciones, y es hasta 1975 que volvió a presentar un incremento considerable llegando a los 40.4 °C en el mes de mayo, manteniéndose con temperaturas altas hasta 1982 cuando disminuyó nuevamente y luego presentó otro repunte en 1990 con temperaturas de 38.7 °C. A partir de 1997 y hasta 2001 la temperatura disminuyó considerablemente, en 2003 volvió a repuntar y desde entonces hasta el 2010 se mantuvo con ligeras fluctuaciones que no sobrepasaron los 37.0 °C.

La estación Palizada tiene un comportamiento muy similar a la estación Candelaria, con la diferencia en que la temperatura máxima de la estación Candelaria se registra en el mes de mayo a partir de 1975 con 37.8 °C. La década siguiente presenta variaciones en la temperatura hasta 1984 donde alcanza la máxima de 38.5 °C, después disminuye un poco de 1985 a 1991 pero en el mes de abril se vuelven a presentar temperaturas de 38.5 °C y de 1992 a 1997 las cortas variaciones se pueden considerar normales. A partir de 1998 son más inestables, la temperatura máxima alcanzada fue de 37.8 en el mes de abril, y en los siguientes años las temperaturas mantienen un patrón muy variado, sin embargo, en 2003 la temperatura repunta hasta 38.4 °C en la mayoría de los meses, para disminuir cerca de 4 °C y mantenerse por los 33 °C en promedio hasta 2007 donde hay otro aumento a los 38.3.

Para el estado de Quintana Roo, las fluctuaciones de temperatura son menos marcadas. Se utilizaron dos estaciones que abarcan el periodo de 1953 a 2009, la del Observatorio de Chetumal y la estación Felipe Carrillo Puerto, la temperatura de ambos a lo largo de todo el periodo va en aumento. En Chetumal se dividió este periodo en dos grandes intervalos, el primero de 1953 a 1965 en donde la temperatura fue muy baja en comparación con las estaciones anteriores, en este primer periodo la máxima fue de 33.3 °C en junio de 1955; a partir de este año la temperatura muestra un decremento de hasta 5 °C en la mitad caliente del año, el segundo periodo abarca de 1966 y hasta 2009 con temperaturas arriba de los 32.4 °C, llegando en 2009 a la máxima registrada, 35.8 °C.

En la estación Felipe Carrillo Puerto se hace una división de tres periodos, el primero abarca de 1953 a 1965, al igual que en Chetumal, con la diferencia de que este periodo es cálido con temperaturas que alcanzan los 36.4 °C en 1964, el segundo periodo de 1966 a 1979, es menos cálido ya que la máxima registrada fue de 35.1 °C en 1975. Después de 1980 la temperatura se mantuvo en los 35 °C, alcanzando así la máxima de 37.9 °C en este mismo año.

En Yucatán, se tomaron las estaciones Motúl y Sotuta que abarcan el periodo 1953-2008. En la estación Motúl, las variaciones de la temperatura son diferentes, cabe destacar que al igual que las estaciones de Campeche resalta el año 1975, registrándose la temperatura más alta de todo el periodo con 40.1 °C en el mes de junio. A partir de ese año, la temperatura se mantuvo un poco elevada y continúa así durante todo el periodo destacando también el año 2003 en donde alcanzó los 40 °C.

Para la estación Sotuta es importante destacar que en el periodo de 1953 a 1960 la temperatura va en aumento y es aquí donde se presenta la temperatura máxima de todo el periodo con 40.5 °C, después de ese último año la temperatura disminuye un poco y mantiene variaciones similares a la de la estación anterior, resaltando 1975 donde se presentan valores de 39.7 °C. A partir de 1986 la temperatura disminuye en todos los meses y se nota que a partir de éste varía poco hasta 1993; en 1994 se incrementan las temperaturas, en 2002 hay un descenso abrupto y en 2003 vuelve a estabilizarse hasta 2007.

Lo que resalta de todo este análisis, es que el año 1975 fue un año muy cálido y con poca precipitación. Resumiendo un poco lo antes mencionado, la estación Candelaria alcanzó los 40.4 °C en el mes de mayo de este año y la precipitación promedio mensual fue de 63 mm. En la estación Palizada la temperatura también es considerada alta ya que presentó 37.8 °C y sólo alcanzó los 57.1 mm de precipitación.

En el estado de Quintana Roo se presenta una situación similar, en 1975 las temperaturas no son tan altas, sin embargo se registraron 19 mm y en Chetumal la temperatura fue de 32.8 °C; en la estación Felipe Carrillo Puerto la precipitación fue de 74 mm y la temperatura de 35.1 °C. Por último en el estado de Yucatán la estación Motúl en 1975 registró una temperatura en el mes de mayo de 40.1 °C y la precipitación sólo registró 2.4 mm, mientras que en la estación Sotuta la precipitación registrada fue de 12 mm y la temperatura de 39.7 °C, esto indica claramente que 1975 fue un año anómalo en precipitación lo que provocó que también existiera una alteración en la temperatura.

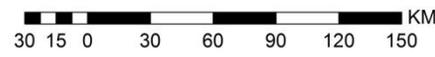
La marcha de temperatura, aún la del invierno (diciembre, enero, febrero), va en aumento en estas estaciones En el año de 1975, el mes de febrero destaca por el aumento de temperatura en esta época, y la estación Campeche registró la temperatura más alta en invierno con 33.3 °C en este año. Enero es el mes más frío del invierno, en todas las estaciones en este mes se registró la temperatura mínima, a excepción de la estación Palizada en Campeche que presenta la temperatura mínima en el mes de diciembre.

ESTACIONES METEOROLÓGICAS PERIODO HISTÓRICO 1953-2010



Simbología

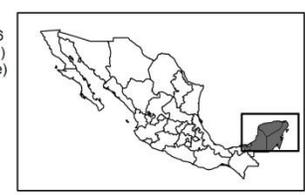
-  Limite Estatal
-  Estaciones Meteorológicas



Datos de proyección:
 Elipsoide..... Clarke de 1966
 Datum horizontal..... Norteamericano de 1927 (NAD 27)
 Proyección..... Cilíndrica simple (Plate Carrée)

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2012

Elaboró: Diana Arlette Cordero Devesa



Mapa 1.4 Estaciones meteorológicas en el periodo 1953-2010.

1.4 Análisis histórico de la temperatura máxima del mes más cálido en el periodo 1953-2010

En el periodo de 1953 a 2010, en las estaciones previamente seleccionadas, el mes más cálido es mayo, registrándose temperaturas inferiores a los 40.8 °C.

Al analizar todo este periodo el resultado no es homogéneo en las estaciones de la región, en el estado de Yucatán, para la estación Sotuta, se toma el periodo 1953-2007, en donde se registra una marcha de temperatura que varía de un año a otro en el mes de mayo, ya que durante las primeras tres décadas, de 1953 a 1985 la temperatura oscila entre los 35.5 °C y los 39.8 °C, en el periodo de 1986 a 1993 la temperatura marcha por debajo de la media que son 36.7 °C, a partir de 1994 aumenta la temperatura alcanzado la máxima en el mes de mayo de 1995 con 40.5 °C. Cabe destacar que en 2002 se registra una temperatura máxima de 30.9 °C, posterior a ese año, la tendencia es al aumento.

Para la estación Motúl, se considera el periodo de 1953-2008, ya que es el periodo de datos más completos, cabe destacar que en la primera década del periodo de 1954 a 1966 la temperatura se mantuvo por debajo de la media, es decir, se registran temperaturas por debajo de los 36.9 °C, en de la década de los 70's, la temperatura registra un aumento considerable llegando en 1975 a la temperatura máxima registrada en todo el periodo con 40.1 °C. A partir de 1984, la tendencia es muy heterogénea debido a que se encuentran periodos cortos donde el registro es menor a la temperatura media y periodos cortos donde se registran valores superiores a la media, por lo que no tiene una tendencia viable.

En el estado de Quintana Roo, se toman las estaciones Chetumal y Felipe Carrillo Puerto, cuyos datos registrados son distintos. En la primera estación el periodo abarca de 1953 hasta 2009; registra temperaturas por debajo de la media que es de 32.7 en los años 1956 a 1966, a partir de esta década y en un periodo de siete años la temperatura no aumentó considerablemente, ya que la temperatura máxima registrada se presenta en 2004 con 34.9 °C. Hasta la década de los 90's, la marcha de la temperatura es muy inestable, sin embargo, en los años posteriores 1991-2009, la marcha de la temperatura es hacia el aumento. Esta estación es

considerada como la estación con temperaturas más bajas de la región, en comparación con las otras.

La estación Felipe Carrillo Puerto tiene una temperatura máxima de 38 °C en 1980, de 1953 a 1965 se registra una temperatura arriba de los 36 °C en 1964, se mantiene por debajo de los 36 °C durante el periodo de 1981 a 1994 y de 1998 a 2009, la tendencia es hacia el decremento, alcanzó la temperatura máxima de 35 °C en 2005.

Campeche es el estado con mayor número de datos, ya que se tiene registro desde 1953 y hasta 2010 La estación Candelaria obedece a una tendencia muy variable, ya que de 1953 a 1967 la temperatura se mantiene con súbitos aumentos o decrementos, y es hasta 1968 donde la tendencia es al aumento, destacando nuevamente el año de 1975 donde se presenta un máximo de 40.4 °C y es hasta 1981 cuando la temperatura disminuye; sin embargo, cabe destacar que la temperatura máxima registrada de todo el periodo se encuentra en 1963 y es de 41 °C. Para 1983 y hasta 1995 la temperatura es muy variable, al igual que al principio del periodo, no obstante se considera de 1997 a 2001 una temporada fría ya que las temperaturas registradas están por debajo de la media de 36.6 °C, hay un repunte en 2003 con 39.4 °C y a partir de 2004 la temperatura se mantiene por los 36.6 °C.

Por último, en la estación Palizada, que como ya se mencionó anteriormente tiene un periodo de datos de 1953 a 2010, de 1953 a 1970 la temperatura se registra por debajo de los 35.6 °C, posteriormente hay un ligero aumento durante el periodo de 1971 a 1991, en 1984 se registra la temperatura máxima de 38.5 °C, y es a partir de 1997 donde la tendencia es irregular mostrando grandes variaciones hasta 2010. Estas dos últimas estaciones tienen una marcha muy distinta entre sí, Candelaria se caracteriza por las múltiples fluctuaciones a lo largo de todo el periodo y por su prevalencia en temperaturas mayores a los 38 °C; en contraste la estación Palizada se caracteriza por mantener un periodo más estable, con tendencia al aumento en los últimos años del periodo y por mantenerse por debajo de los 38 °C (Gráficas 1.8-1.13).

1.4.1 Temperatura máxima de las estaciones meteorológicas en el periodo histórico.

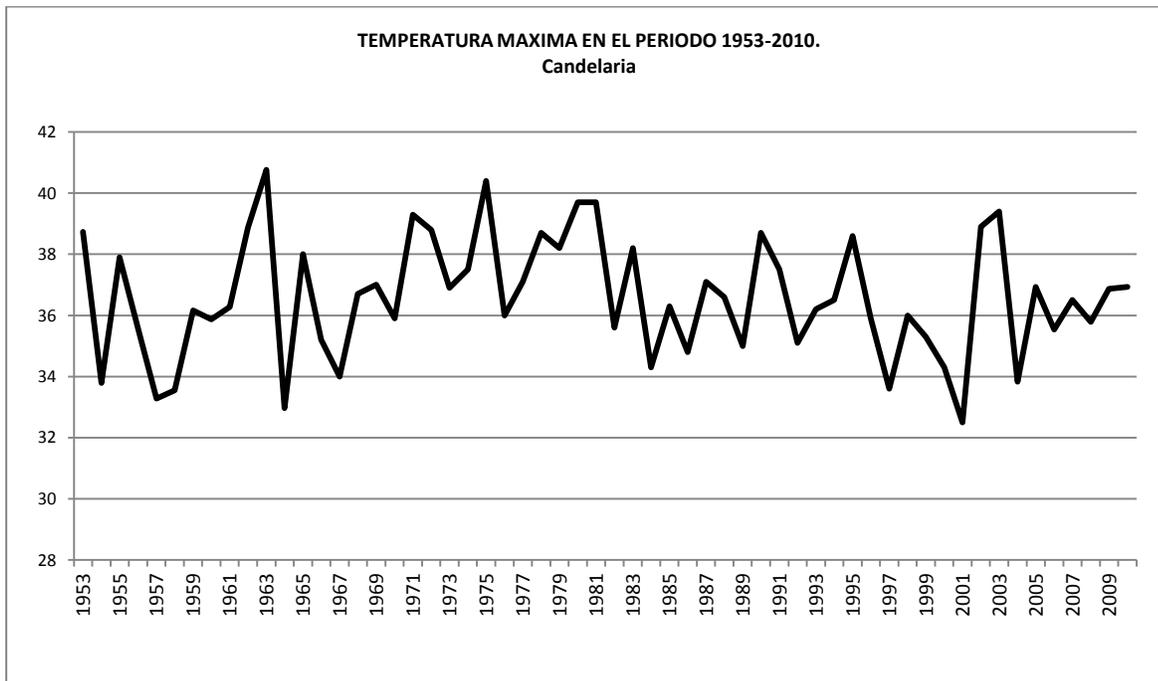


Grafico 1.8 Temperatura máxima en el periodo 1953-2010, Candelaria, Campeche.

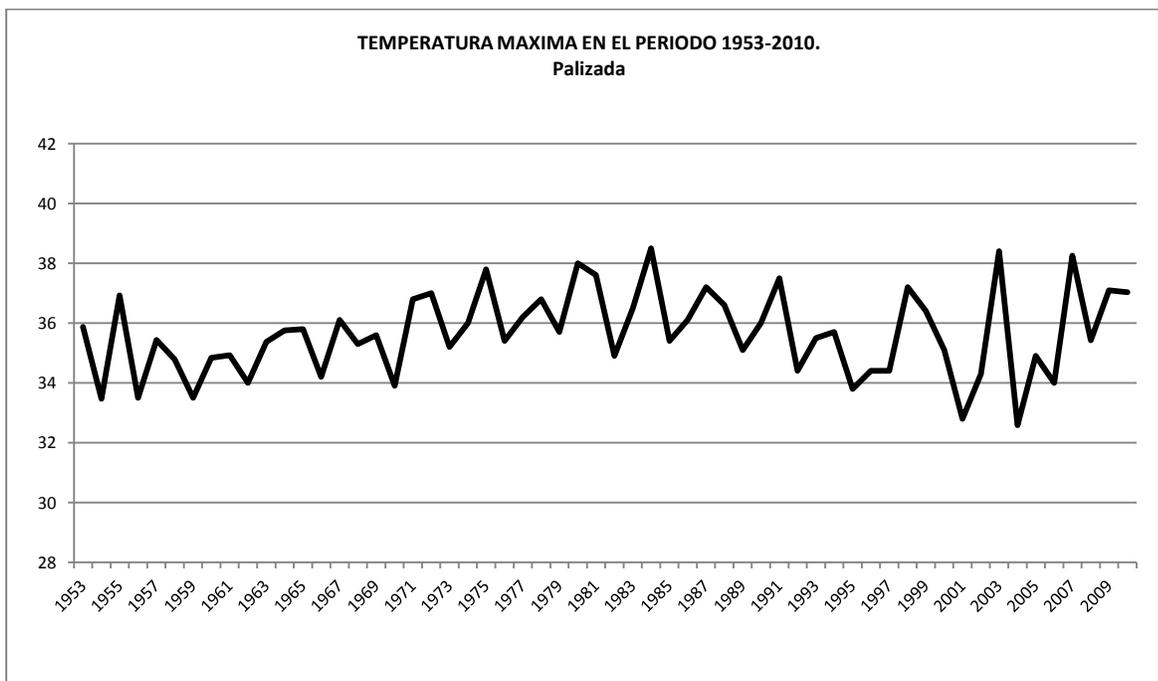
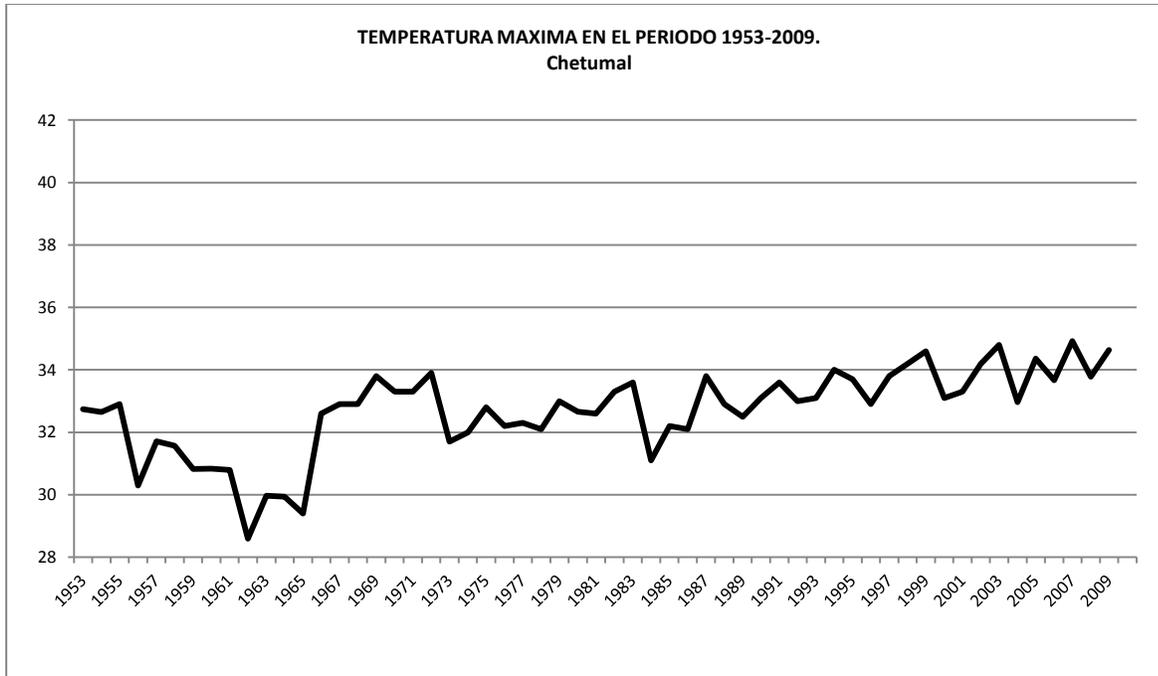


Grafico 1.9 Temperatura máxima en el periodo 1953-2010, Palizada, Campeche.



Grafica 1.10 Temperatura máxima en el periodo 1953-2009, Chetumal, Quintana Roo.

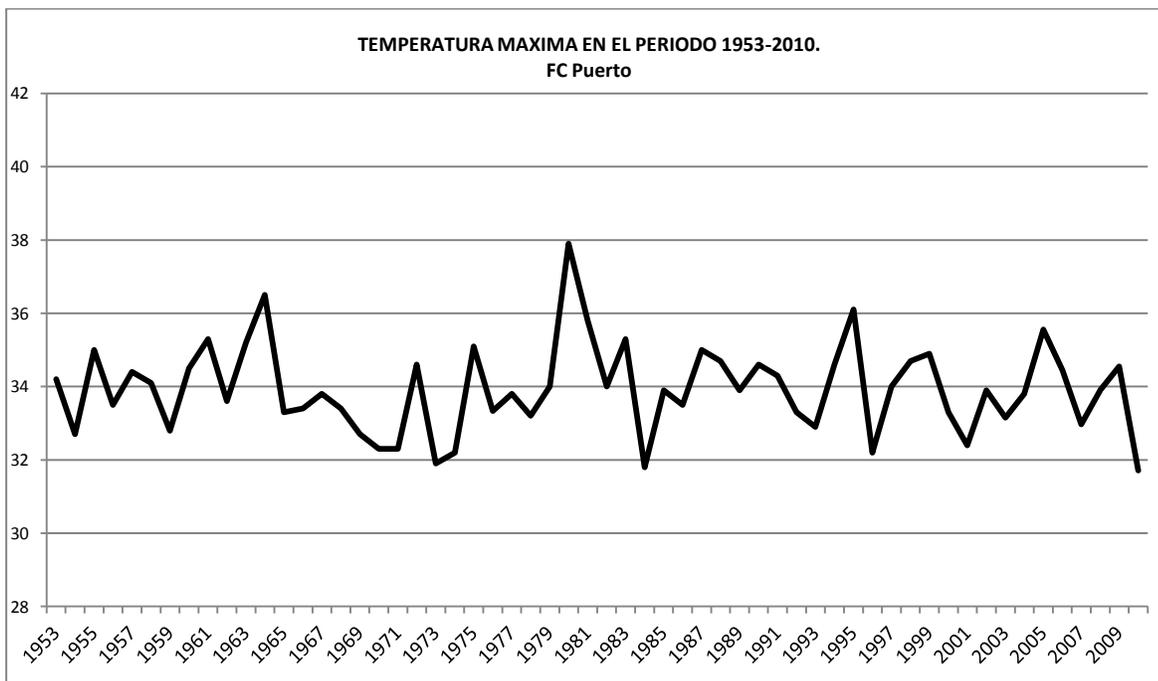
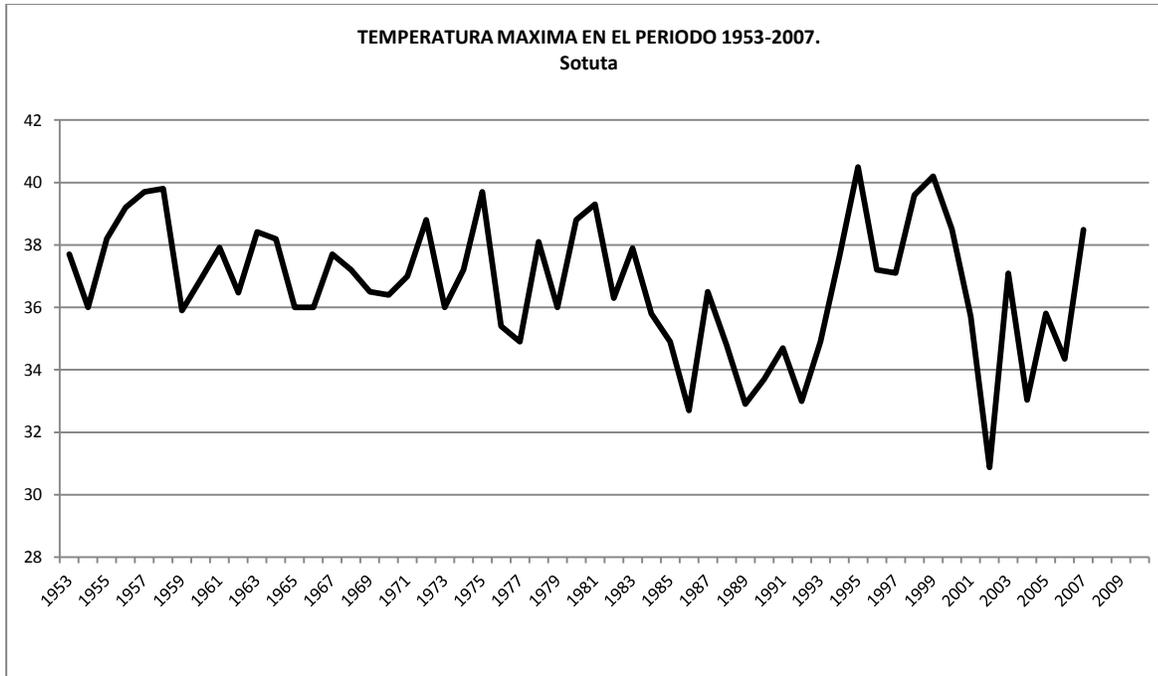
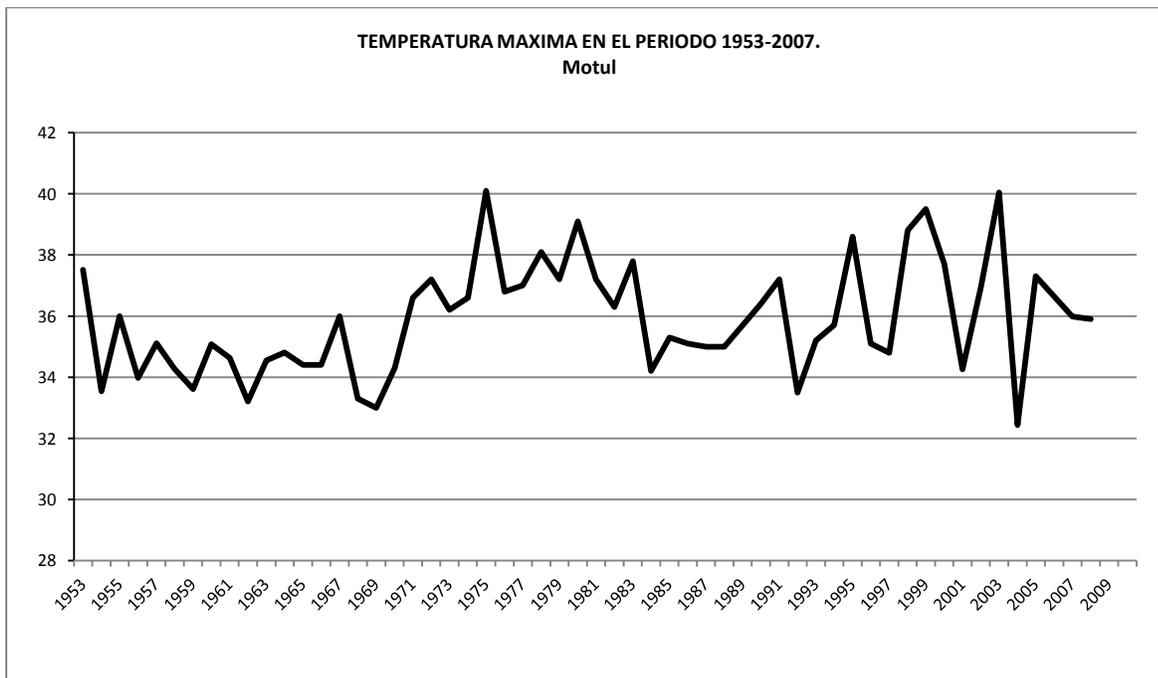


Grafico 1.11 Temperatura máxima en el periodo 1953-2010, Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.



Grafica 1.12 Temperatura máxima en el periodo 1953-2007, Sotuta, Yucatán.



Grafica 1.13 Temperatura máxima en el periodo 1953-2007, Motul, Yucatán.

1.5 Análisis de temperaturas máximas por quinquenios.

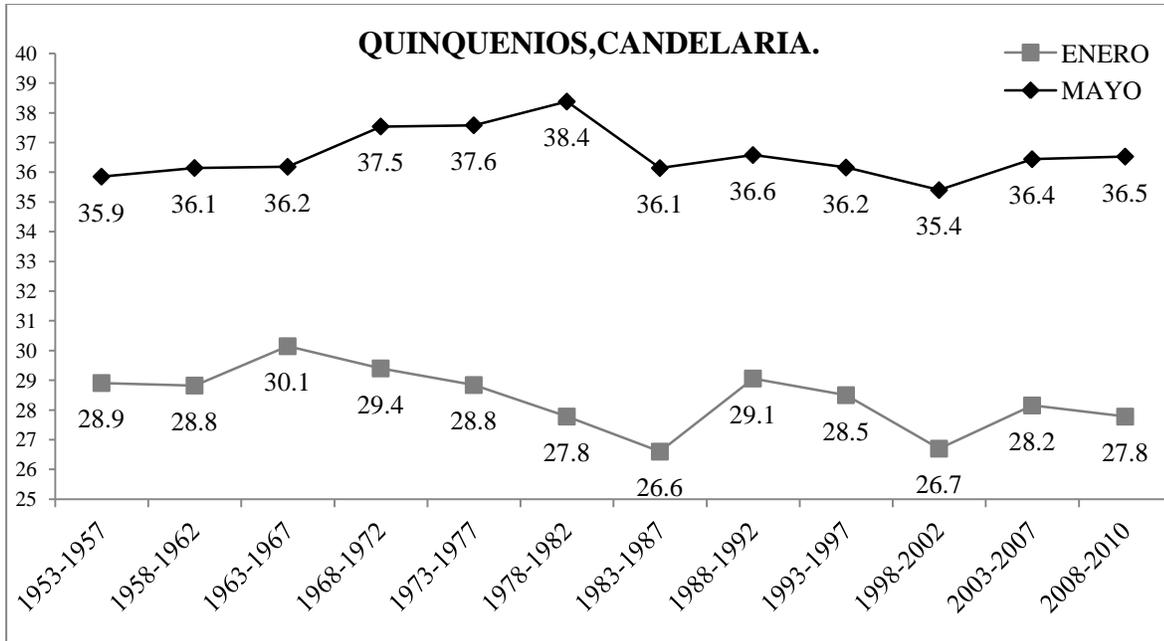
Los datos de las temperaturas extremas por quinquenios contribuyen a tener un mejor panorama de cómo evoluciona la marcha de ésta a lo largo del periodo 1953- 2010. Para hacer una mejor comparación de los quinquenios y tener una visión más amplia se anexan las graficas de la temperatura del mes más cálido (mayo) y el más frío (enero) de la región.

En el estado de Campeche se encuentran las estaciones meteorológicas Candelaria y Palizada, en la primera es importante destacar que la tendencia de 1953-1967 oscila alrededor de los 36 °C, de 1968-1982 la temperatura aumenta de los 37.5 °C a los 38.4 °C alcanzando la máxima de este periodo y a partir de 1983-1987 y hasta 2008 está en los 36 °C. Palizada tiene una tendencia hacia el aumento, de 1953 a 1983 alcanza los 36.7 °C, a partir de 1983-1992 disminuye a 34.8 °C, y repunta hacia los 36.5 °C en el último periodo (Gráficas 1.14 y 1.15).

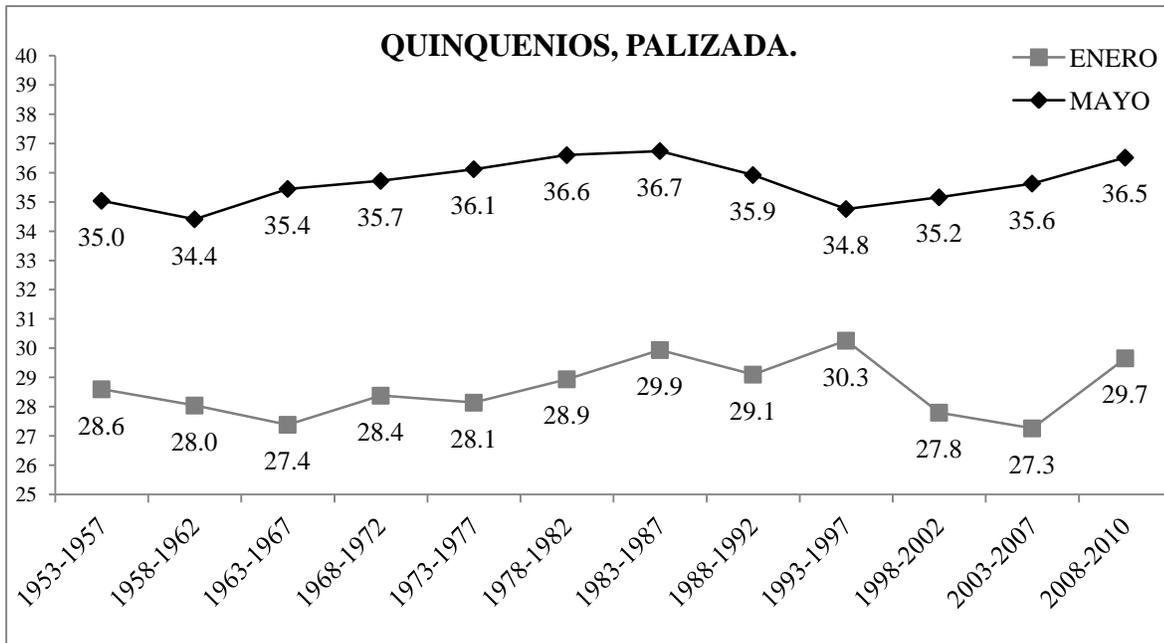
Es interesante conocer la tendencia de la estación Chetumal (Gráfica 1.16), que, a diferencia de las dos anteriores muestra una tendencia al decremento de 2003 a 2010, con incremento de 1978 a 1982; al principio del periodo de 1953 y hasta 1967 se presenta una distribución tipo campana inversa donde alcanza temperaturas de hasta 31 °C; de 1998-2002 la temperatura sobresale un poco con 33.4 °C, vuelve a disminuir un grado centígrado de 1968-1972 y a partir de ese momento es al incremento la tendencia hasta llegar a los 34.2 °C. En la estación Felipe Carrillo Puerto, aunque se localiza en el mismo estado y se sitúa de forma más continental que Chetumal, se observa que la tendencia de la temperatura es inversa, es decir, es al decremento; de 1953 a 1977 oscila alrededor de los 33.9 °C, de 1968 a 1972 existe un decremento en el mes de mayo hasta los 33 °C para después aumentar hasta los 35 °C en el periodo de 1978 a 1982. La tendencia es a la baja disminuyendo 1.5 °C en el mes de mayo desde que se registra el periodo de temperatura máxima en 1978 y 2 °C en enero desde del mismo año la temperatura máxima de 29.6 °C.

Por último, en la estación Sotuta (Grafica 1.18) la marcha de temperatura extrema más alta ocurre en el periodo 1953-2008, es uniforme de 1953 a 1982, luego disminuye la temperatura de dos a tres grados centígrados hasta 1997 y en los quinquenios que abarcan de

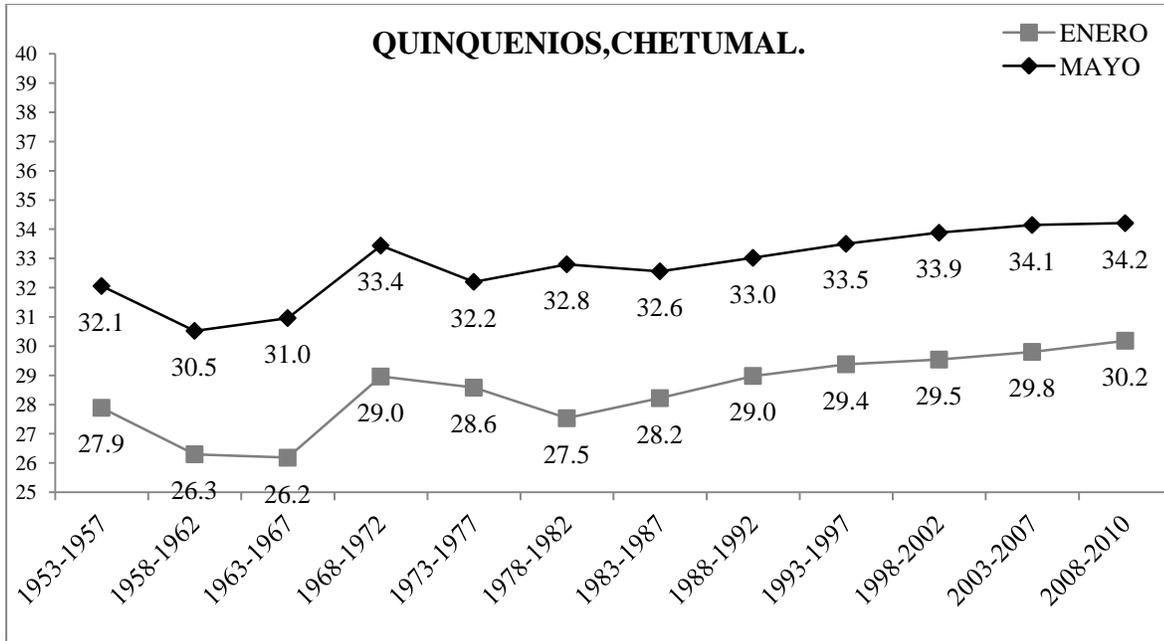
1998 a 2010 la temperatura vuelve al rango de los 37 °C. En la estación Motúl (Grafica 1.19) , perteneciente al estado de Yucatán, en el periodo de 1953 a 1972 la temperatura máxima extrema se mantiene en el rango de los 34 °C; del periodo 1973 a 1982 la temperatura aumenta alrededor de 2.5 °C, este periodo incluye el año 1975, que anteriormente se había marcado como uno de los años más cálidos (40 °C). Después de este periodo la temperatura regresa al rango de los 35 °C y se mantiene hasta el décimo quinquenio y luego vuelve a disminuir.



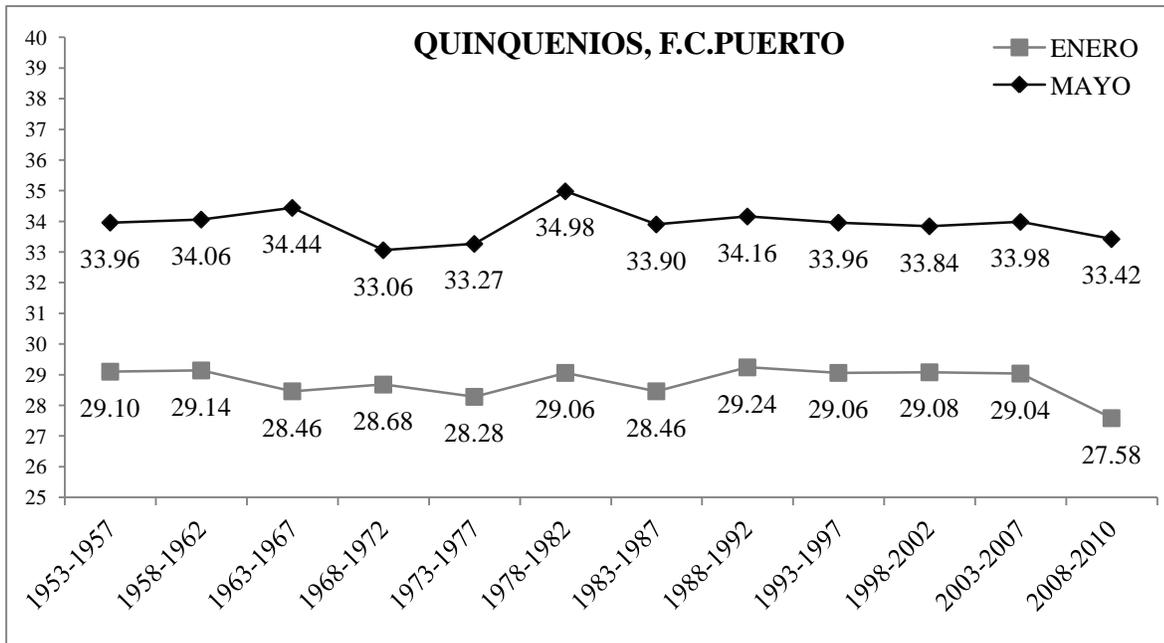
Grafica 1.14 Quinquenios del mes más frío (enero) y más caliente (mayo) en el periodo 1953-2010.



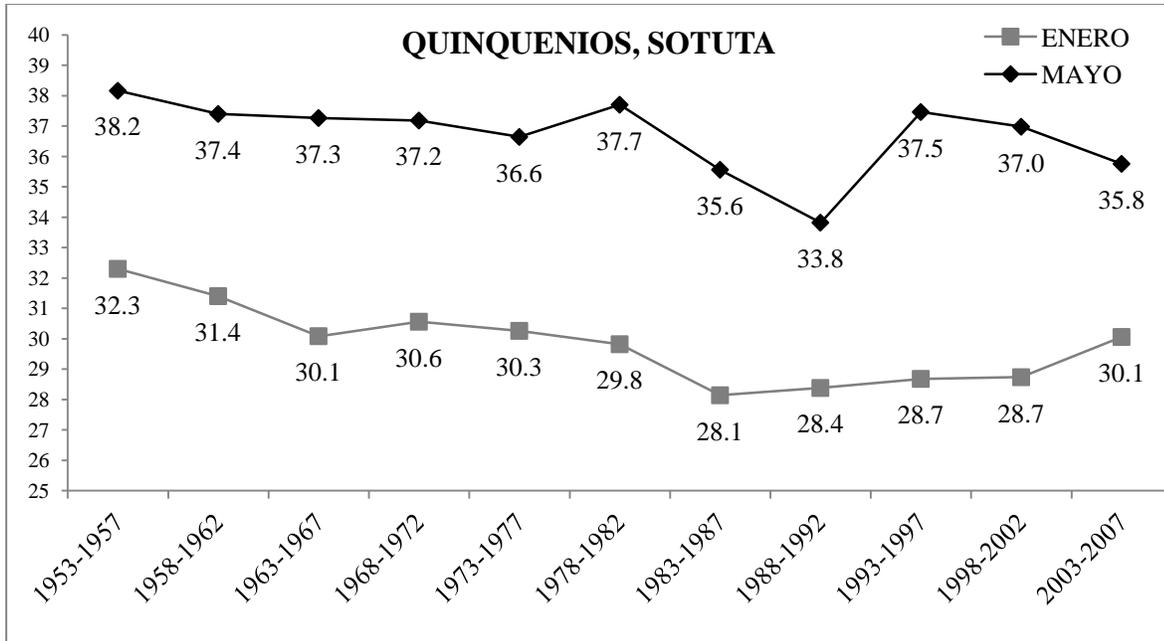
Grafica 1.15 Quinquenios del mes más frío (enero) y más caliente (mayo) en el periodo 1953-2010.



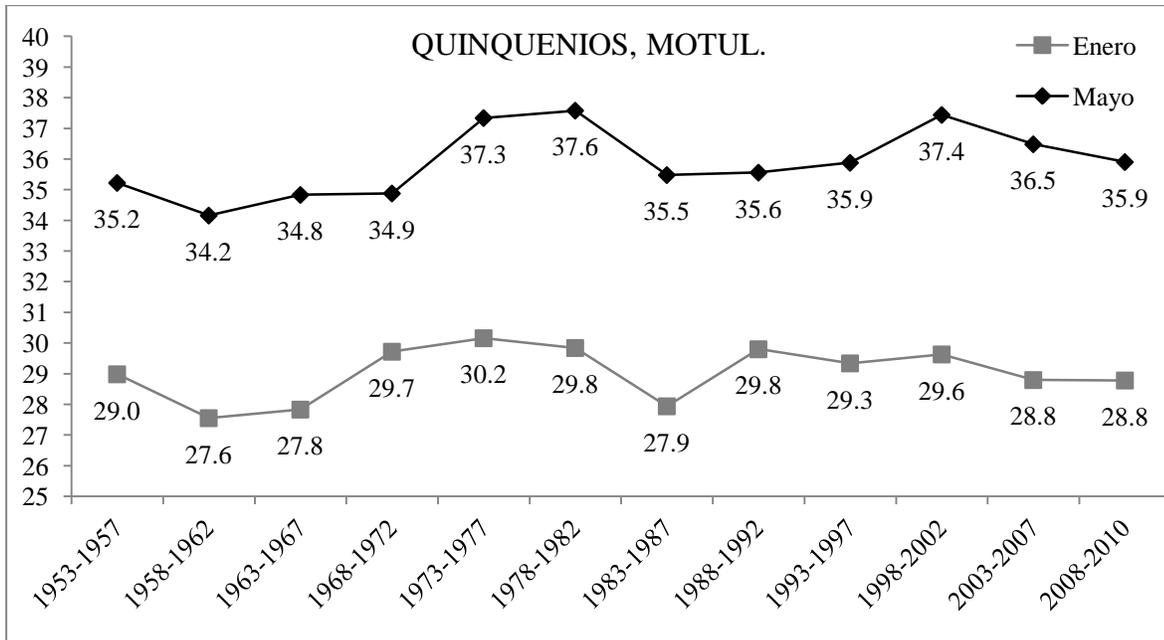
Grafica 1.16 Quinquenios del mes más frío (enero) y más caliente (mayo) en el periodo 1953-2010.



Grafica 1.17 Quinquenios del mes más frío (enero) y más caliente (mayo) en el periodo 1953-2010.



Grafica 1.18 Quinquenios del mes más frío (enero) y más caliente (mayo) en el periodo 1953-2010.



Grafica 1.19 Quinquenios del mes más frío (enero) y más caliente (mayo) en el periodo 1953-2010.

Capítulo 2.

Aspectos sociales de la Península de Yucatán.

2.1 Antecedentes históricos

La Península de Yucatán a lo largo de la historia ha sufrido grandes cambios en su administración, en la época prehispánica se asentó una de las culturas más importantes para México, los mayas, quienes ocuparon los actuales estados de Yucatán, Campeche, Quintana Roo, la parte occidental de Tabasco y Chiapas así como Belice, Guatemala y la región occidental de Honduras y El Salvador. (Commons, 2003).

En la época colonial se llevaron a cabo varias clases de divisiones territoriales, una de las más importantes fue la eclesiástica, que separaba al territorio en jurisdicciones correspondientes a la jerarquía de la iglesia en obispados, arzobispados, y las llamadas provincias de evangelización, encomendadas a las diferentes órdenes religiosas. Por otra parte, existió también la división administrativo-judicial determinada por los distritos de las audiencias, subdivididas a su vez en alcaldías, corregimientos, gobiernos y provincias. En lo relativo a esta división, a la provincia de Yucatán se le designó como gobierno.

El sistema de intendencias, implantado en 1786, se proyectó como sistema administrativo-físico-territorial y tuvo como base para su integración distrital a las alcaldías, corregimientos y gobiernos existentes. En la época colonial, Yucatán era una región aislada, con pocos atractivos para el establecimiento de los españoles, por lo que en esencia se conservó indígena; esta población presentó graves problemas en el momento de la independencia debido a las condiciones de vida.

Al declararse la independencia se suprimió el sistema de intendencias y el territorio que ocupó la intendencia de Yucatán se dividió en formas distintas. En el congreso constituyente de 1824 se discutió el punto sobre la erección de Tabasco como estado de la federación. En la división de territorios del 30 de diciembre de 1836, dejaron de llamarse estados y se denominaron departamentos. En 1853, se dio la disposición relacionada con Isla del Carmen,

que por decreto se separó del gobierno de Yucatán y quedó sujeta al gobierno general. En 1862, Yucatán pierde definitivamente el territorio que tenía en Belice. En este mismo año culmina la rivalidad entre las dos ciudades peninsulares, Mérida y Campeche, por motivos económicos misma que culminó con el planteamiento de un convenio de división territorial entre Yucatán y Campeche, mediante el cual Yucatán perdió otra parte de su territorio.

En 1902, Yucatán sufre su última desmembración; Porfirio Díaz creó un territorio federal en la región ocupada por los rebeldes debido a que, de manera oficial, se informó que esta disposición se debía a que el gobierno estatal yucateco carecía de medios económicos para pacificar y colonizar la región oriental de la península, dando origen al nuevo territorio de Quintana Roo que en 1974 Quintana Roo adquirió la calidad de estado por un acuerdo presidencial.

2.2 Distribución y densidad de la población.

La población en México a lo largo del siglo XX registró un crecimiento de más de siete veces su valor, es decir, a principios del siglo era de 13.6 millones de habitantes y a finales de 97 millones. Este crecimiento se puede atribuir a tres procesos demográficos importantes: el fuerte aumento de la población global, la regresión en la rapidez del crecimiento de la población rural y una importante concentración de la población en áreas urbanas. Estos procesos llevaron al país a transformarse de uno eminentemente rural a otro en el que predomina la población urbana. La distribución poblacional forma parte de un proceso dinámico que siempre es cambiante, las causas y efectos varían con el tiempo y en el espacio, en la actualidad uno de los factores determinantes del crecimiento demográfico es la migración, (MacGregor, 2007). También es de tomarse en cuenta la modernización de los servicio de salud.

La población del estado de Yucatán en 2010 fue de 1 955 557 habitantes, es el estado más poblado de la península; le sigue Quintana Roo con 1 325 578 habitantes y Campeche con 822 441. Los municipios con mayor densidad de población, más de 100 habitantes por kilómetro cuadrado, en el estado de Yucatán son Tikul, Akil, Progreso, Mérida, Umán, Conkal, Kanasín, Acanceh y Motúl; en el estado de Quintana Roo los municipios de Benito Juárez y

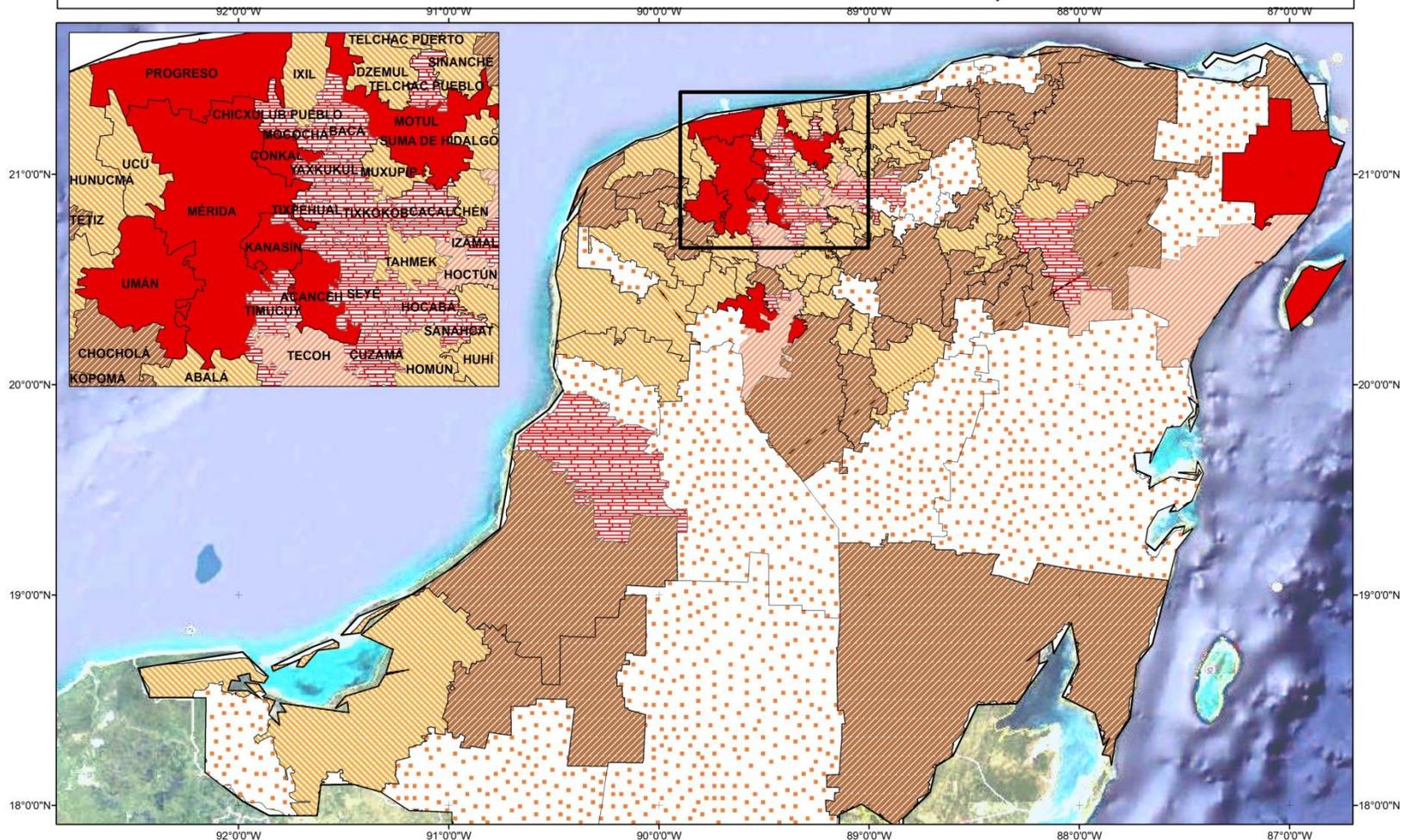
Cozumel; en Campeche, el municipio del mismo nombre tiene una densidad de población que está entre los 50 y 79.9 hab/km² (Mapa 2.1). En el estado de Quintana Roo, de los nueve municipios con los que cuenta, José María Morelos, Felipe Carrillo Puerto y Lázaro Cárdenas tienen la menor densidad registrada, lo que representa el 33% de la población municipal total; en Yucatán, Santa Elena, Halachó, Cantamayec, Chikindzonot, Tunkás, Sudzal, Quintana Roo, Cenotillo, Dzilam de Bravo y San Felipe son los municipios con la menor densidad de población registrada en 2010, estos representan solo el 5% del total de municipios en este estado, por lo que Yucatán es el más poblado de la península. En contraste con Campeche los municipios Palizada, Candelaria, Kalacmul, Holpechén, y Tenabo tiene una densidad menor a los 10 hab/km², esto quiere decir que el 41% de los municipios están poco habitados.

2.3 Características de la población: grupos de edad y género.

La estructura de la población por edad y sexo presenta cambios significativos en la medida en que México ha registrado importantes avances en su proceso de transición demográfica. La edad ayuda a conocer los ciclos de vida de la población mientras que el sexo permite establecer los papeles que desempeña la población masculina y femenina. En su composición por edades denota una evolución tendiente a un progresivo crecimiento de la sobrevivencia; muestra un aumento en el grupo de personas con 65 años y más y baja en la mortalidad infantil. Se observa una reducción en la base propiciada por la disminución de la fecundidad y el control de natalidad. Para conocer la estructura de la población en la Península de Yucatán se presentan pirámides poblacionales, donde se separan los grupos etarios de forma quinquenal tomando datos del anuario estadístico de los estados 2011.

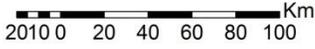
En el estado de Campeche (Fig.2.1), la población infantil (0 a 9 años) es baja en comparación con la población joven, ya que representa cerca del 5% de la población, en cambio la población joven de 10 a 19 años supera el 5% de la población, la población de 20 a 34 años se encuentra cerca del 4% de la población total y la población mayor a 40 años presenta un porcentaje menor al 3%.

DENSIDAD DE POBLACIÓN POR MUNICIPIO, 2010

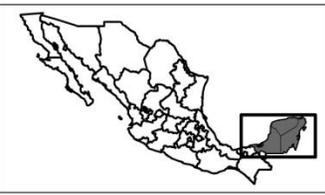


SIMBOLOGÍA
HABITANTES POR KILOMETRO CUADRADO
100=00.00

	< 10		40.0-49.9
	10-19.99		50.0 - 79.9
	20.0 - 39.9		más de 100.00



Datos de proyección:
 Elipsoide..... Clarke de 1966
 Datum horizontal..... Norteamericano de 1927 (NAD 27)
 Proyección..... Cilíndrica simple (Plate Carrée)



FUENTE: Atlas de procesos territoriales de Yucatán,
 Ed. Universidad Autónoma de Yucatán,
 Facultad de Arquitectura, México.
 INEGI censo de población 2010

ELABORÓ: Diana Arlette Cordero Devesa

Mapa 2.1 Densidad de población por municipio 2010.

En Quintana Roo (Fig. 2.2), la pirámide muestra que el porcentaje de natalidad es relativamente alto, en los hombres más que en las mujeres representando alrededor del 5% de la población total. El grupo de 5 a 19 años está por debajo del 5%, la población joven de 20 a 24 años, es poco superior al 5% en hombres mientras que en las mujeres está por debajo de este porcentaje; sin embargo es inverso en la población de 25 a 29 años, ya que las mujeres representan el 5% de la población y los hombres poco menos de este porcentaje. A partir de la población de 30 años disminuye el porcentaje, los adultos mayores no tiene porcentaje significativo.

En Yucatán (Fig. 2.3), se muestra una pirámide diferente a la de Quintana Roo, ya que el porcentaje de natalidad es más bajo, solo representa el 4.4% de la población tanto en hombres como en mujeres en comparación con la población infantil y de jóvenes, Los adolescentes de 15 a 19 años son la población predominante, sin embargo sólo representa el 4.9% en hombres y 4.8% en mujeres; la población joven de 20 a 39 años está por debajo del 4% y la población consiguiente disminuye.

2.4 Distribución espacial de la población.

2.4.1 Población rural y urbana.

Desde 1940, la expansión física de varias ciudades de México sobre el territorio de dos o más estados o municipios ha dado lugar a la formación y crecimiento de zonas metropolitanas, las cuales juegan un papel central dentro del proceso de urbanización del país (SEDESOL, 2007).

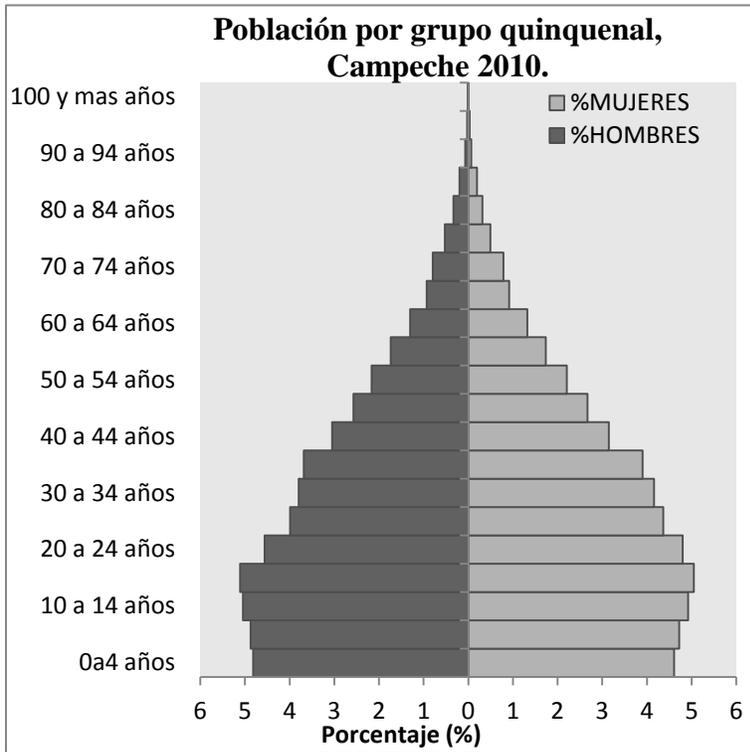


Figura 2.1 Pirámide demográfica del estado de Campeche 2010

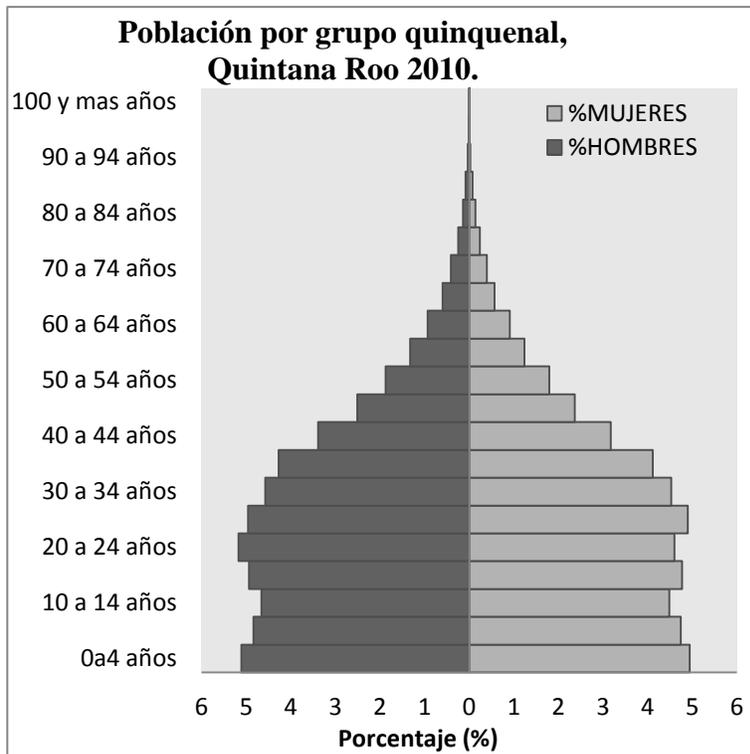


Figura 2.2 Pirámide demográfica del estado de Quintana Roo 2010

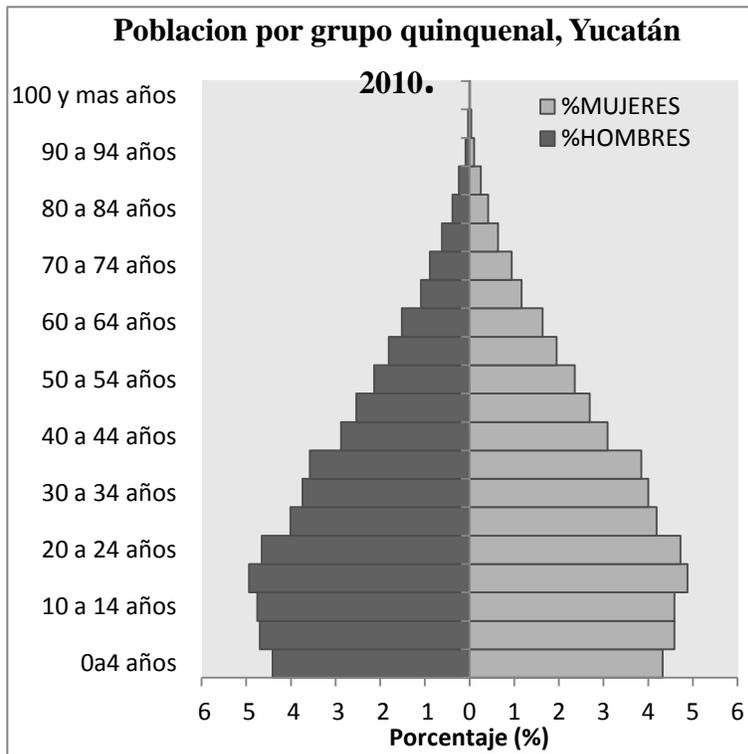


Figura 2.3 Pirámide demográfica del estado de Yucatán 2010.

La situación física donde se encuentran emplazadas las ciudades y el crecimiento urbano, en relación con la altitud y el clima, permite apreciar y evaluar algunas diferencias del poblamiento. Los factores naturales influyen para que las ciudades se establezcan y crezcan en tamaño, no se deja de reconocer que frecuentemente son más importantes otros factores, entre ellos los socioeconómicos, los políticos y los históricos. La distribución de la población urbana en el espacio, se relaciona en primer lugar con la altitud y considerando que México es un país con un relieve muy accidentado, de enormes contrastes, cuenta con pocos espacios llanos que faciliten la construcción de vías de comunicación que favorezcan el desarrollo urbano regional equilibrado (MacGregor, 2004).

La Península de Yucatán es una región de escaso relieve, lo que podría dar lugar a muchos asentamientos humanos, sin embargo hay otros factores como el clima que impide su establecimiento, no obstante existen centros importantes que han dado la pauta al crecimiento demográfico. De acuerdo con la tabla de localidades urbanas (Tabla 2.1), en Quintana Roo hay

dos municipios que registran localidades con más de 100 mil habitantes en el año 2000, estos son Benito Juárez, la localidad de Cancún, (centro turístico de gran importancia para el país), y el municipio de Othón P. Blanco en la localidad de Chetumal que también es importante por su colindancia con la frontera sur del país. En Yucatán, Mérida es el municipio y localidad con más de 100 mil habitantes, que debido a su crecimiento se le clasifica como Zona Metropolitana.

Tabla 2.1 Localidades Urbanas de la Península de Yucatán con más de 100 mil habitantes en el año 2000.

Localidades Urbanas con más de 100 mil habitantes en el año 2000							
Localidades	Municipio	Estado	1970	1980	1990	2000	Crecimiento 1970-2000
Cancún	Benito Juárez	Q. R	-	33276	167780	78734	13.20 %
Chetumal	Othón P. Blanco	Q.R	23685	56709	94158 _{ZM}	121602	5.60 %
Mérida	Mérida	Yuc.	263316 _{ZM}	454712 _{ZM}	658452 _{ZM}	842188 _{ZM}	3.95 %

La población urbana de la Península de Yucatán se encuentra distribuida de la siguiente manera: en la porción Noroeste de Yucatán destaca la localidad de Mérida con 777 915 habitantes, lugar donde se encuentra la zona metropolitana de Mérida. Las localidades de Hunucmá, Kanasín, Oxkutzab, Peto, Ticúl y Umán tienen una población urbana superior a los 20 mil habitantes, por lo que se le considera municipios urbanos. En Quintana Roo, los municipios con mayor población urbana son Benito Juárez con 628 306, Solidaridad con 149 923 y Cozumel con 7 726 habitantes, en la porción noreste del estado. En Campeche la localidad homónima es la más sobresaliente con una población urbana de 220 389 habitantes, le sigue Ciudad del Carmen con 169 466 habitantes El primero se encuentra ubicado en la porción poniente del estado y la segunda hacia el sur.

En contraste, las localidades rurales se encuentran distribuidas por toda la península, en Yucatán esta población es de 40 249 habitantes. Dentro de los municipios rurales destacan

Abalá, Hocabá, Izamal, Opichén, Timucuy, Tixcacalpul que tienen la mayor concentración de población rural al registrar más de 6 mil habitantes, mientras que el municipio de Yaxcabá es el que presenta la mayor cantidad de habitantes rurales con 14 802. En Quintan Roo, los municipios con mayor concentración de población rural son Felipe Carrillo Puerto con 49 282 y Othón P. Blanco con 76 936 habitantes. Cabe destacar que la población rural de este estado se concentra hacia la parte central, dejando libre la franja costera. (Fig.2.2). Por otra parte, en Campeche los municipios de Palizada, Escárcega y Calakmul tienen la mayor concentración de población rural presentando 8 352, 24 707 y 26 882, respectivamente (INE, 2011). Existe una población importante que es testigo del crecimiento urbano y del decremento rural, son los asentamientos intermedios entre el área urbana y la rural.

La población periurbana hace referencia a la población que se encuentra situada en los alrededores de algunos asentamientos urbanos, como por ejemplo las capitales de los estados y se caracterizan por reproducir un estilo de vida y una configuración económico-productiva de carácter rural. (Hernández, 2009). El término periurbano se refiere a la extensión continua de la ciudad y la absorción paulatina de los espacios rurales. Este proceso se configura principalmente, a partir del traslado de la población y de las actividades productivas hacia una estructura territorial ampliamente condicionada por la evolución del modo de producción capitalista con las características propias del subdesarrollo. (Avila, 2001).

2.4.2 Zonas Metropolitanas

Las zonas metropolitanas se definen como la extensión territorial que incluye a la unidad político-administrativa que contiene a la ciudad central y a las unidades político administrativas contiguas a ésta que tienen características urbanas, tales como sitios de trabajo o lugares de residencia de trabajadores dedicados a actividades no-agrícolas y que mantiene una interrelación socio-económica directa, constante e intensa con la ciudad central y viceversa. La clasificación creada por la Comisión Nacional de Población (CONAPO), y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y el Instituto de Geografía y Estadística (INEGI) define a las zonas metropolitanas como todos aquellos municipios que contienen una ciudad de un millón o

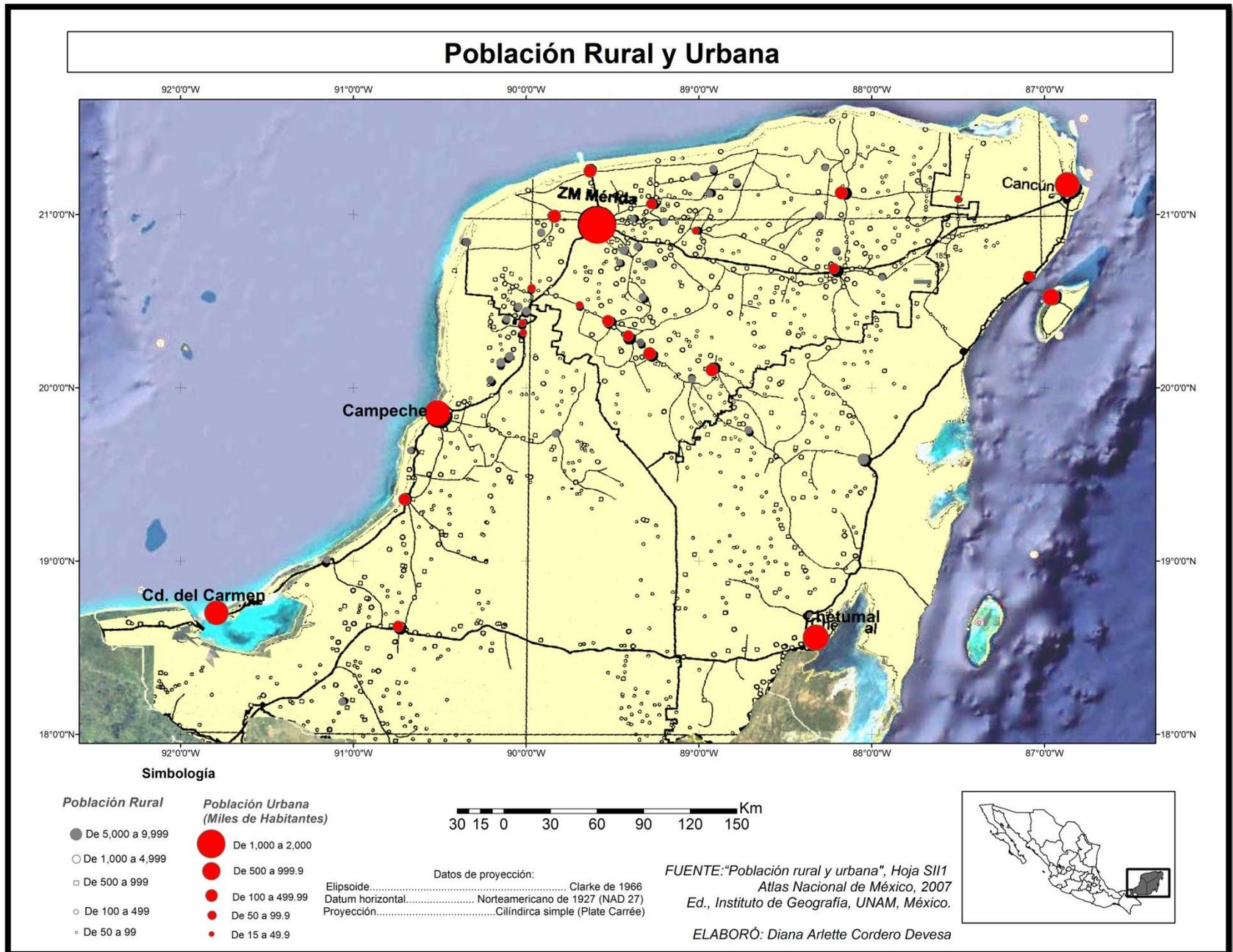
más habitantes así como aquellos con ciudades de 250 mil o más habitantes que comparten procesos de conurbación.

La Zona Metropolitana se distingue del área urbana en cuanto a que su límite constituye una envolvente de la segunda y a que su forma es más regular, puesto que se construye de los límites de las unidades políticas o administrativas menores en que se divide el país: municipios y delegaciones. En 1970 se consolidan 13 zonas metropolitanas, para el 2000 se definieron 29. La importancia de identificar y delimitar las zonas metropolitanas de manera interinstitucional radica en disponer de una definición común que permita la generación de información estadística y geográfica, así como de estudios y proyectos de investigación relevantes para la toma de decisiones en diferentes ámbitos del desarrollo urbano. Actualmente se identifican 56 zonas metropolitanas en México cuya población en 2005 ascendió a 57.9 millones de personas, mismas que representan el 56 % de la población total del país.

En la Península de Yucatán solo hay dos Zonas Metropolitanas (Fig. 36), la primera es la zona 37 que pertenece a la ciudad de Cancún en el estado de Quintana Roo, abarca los municipios Isla Mujeres y Benito Juárez, así mismo las localidades isla Mujeres, Cancún, Alfredo V. Bonfil, Leona Vicario y Joaquín Zetina Gasca; la población de esta zona Metropolitana en 2005 fue de 586 288, la tasa de crecimiento medio anual para ese mismo año fue de 5.6% y la DMU (Densidad Media Urbana) de 119.1 hab/ha. La segunda es la de la ciudad de Mérida en el estado de Yucatán, con 897 740 habitantes en 2005, la tasa de crecimiento anual fue del 2.0 % y la DMU fue de 61.4 hab/ha. Esta zona abarca los municipios Conkal, Kanasín, Mérida, Ucú y Umán estos están conformados por las localidades Conkal, Kanaspín, Mérida, Candel, Chablekal, Cholul, Kanchén, San José Tzal, Ucú, Umán e Itzincab.

Los materiales de construcción de las zonas metropolitanas tales como el ladrillo y el concreto absorben y retienen el calor de manera más eficiente que el suelo y la vegetación de las áreas rurales. Cuando el sol se oculta el área urbana continúa irradiando calor desde los edificios y las superficies pavimentadas (Matías, 2008).

El aire de este complejo urbano calienta, asciende y crea un domo sobre la ciudad. Este fenómeno se llama efecto de la isla calórica o isla de calor que propicia el aumento de la sensación térmica en comparación con áreas rurales o de más vegetación. La ciudad emite calor durante toda la noche y cuando el área urbana empieza a enfriarse, sale el sol y se calienta el complejo urbano nuevamente. Por lo general, debido al continuo calentamiento, las áreas urbanas nunca recobran condiciones estables generando la elevación de la temperatura de 2 a 3 °C, lo que desencadena problemas de salud como la insolación y la deshidratación.



Mapa 2.2 Distribución de la población rural y urbana en la Península de Yucatán, 2007.

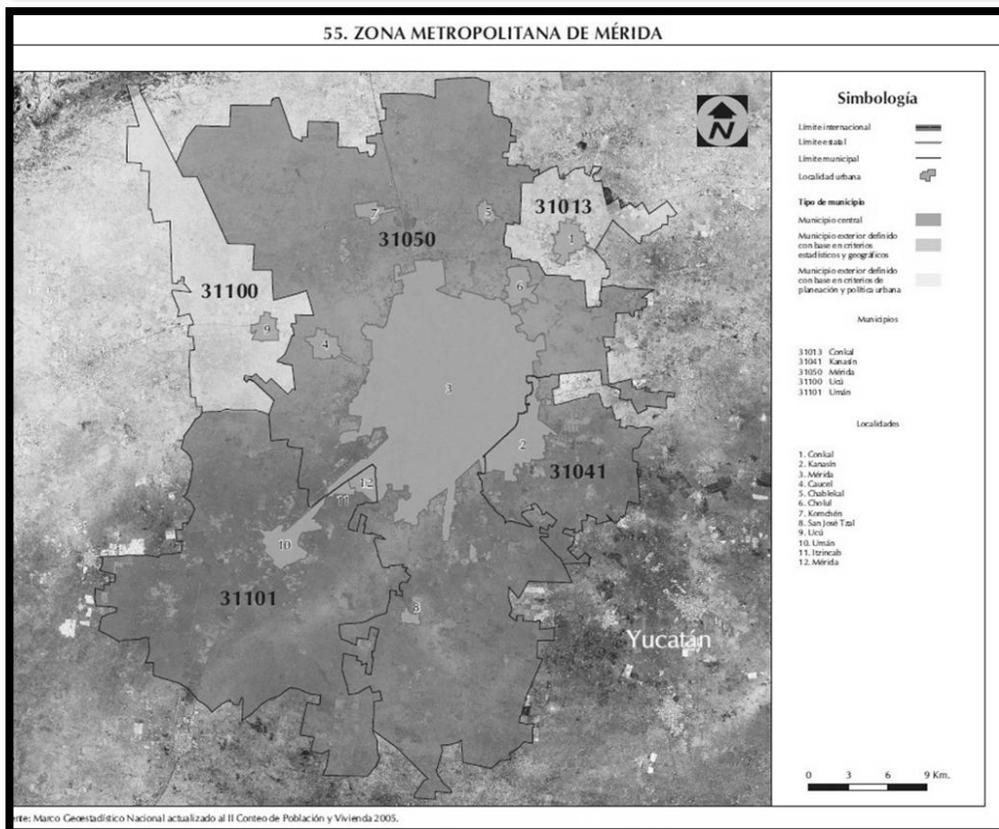
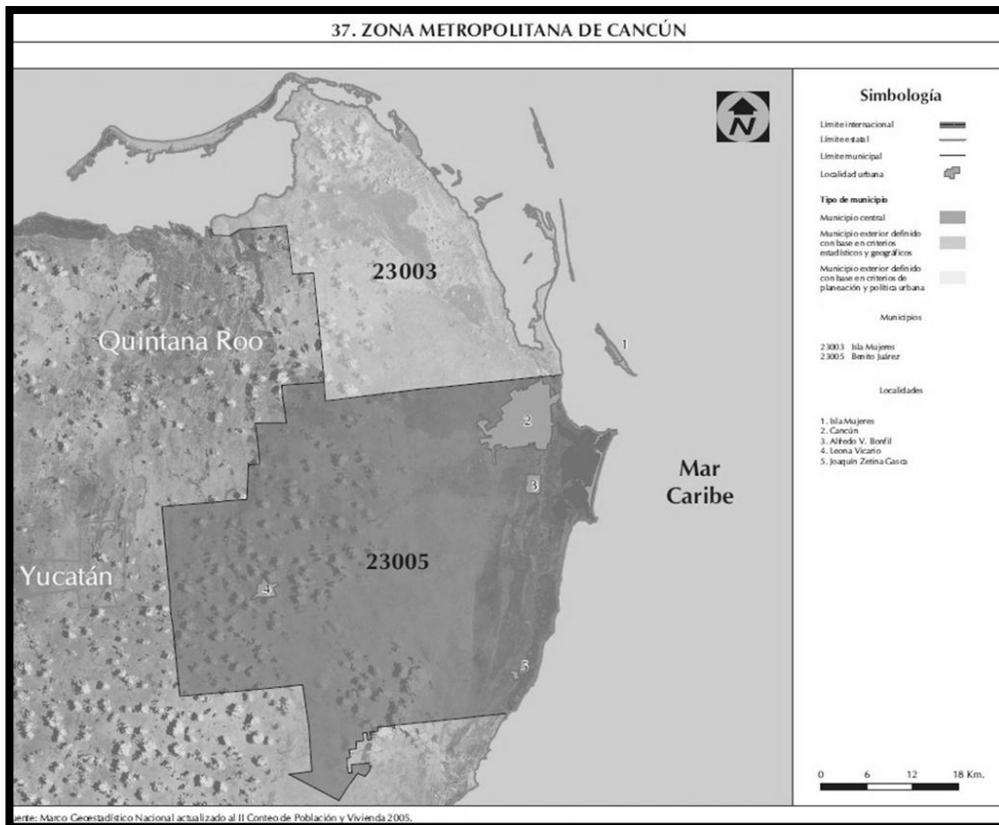


Figura 2.4 Zonas metropolitanas de la Península de Yucatán.

Capítulo 3

Estudio de las ondas cálidas en el periodo histórico.

Las ondas cálidas son un fenómeno que se presenta debido a ciertas condiciones atmosféricas en un lugar y tiempo determinado. Según la Organización Meteorológica Mundial, una onda cálida se define como un periodo de tres o más días cuya temperatura es igual o mayor de 32°C. Se utiliza este umbral para estudios en el norte de México, donde son frecuentes los días cuyas temperaturas se elevan sobre los 40 °C (Jáuregui, 2002). Sin embargo, para evaluar las ondas cálidas a nivel nacional es conveniente emplear umbrales con temperaturas menores. Las ondas de calor se presentan en la mayor parte de la República Mexicana, tanto en la zona norte a bajas altitudes como en la zona costera, donde la temperatura promedio anual es superior a 30 °C, la cual puede subir hasta los 46 °C. En la zona centro de la República Mexicana la temperatura promedio es de 17 °C en altitudes por encima de los 2000 msnm, así como también en la zona sur del país, principalmente en las zonas costeras. “...Las invasiones de aire tropical ocasionan ondas de calor que comienzan en abril y mayo en el centro y sur del país y se extienden hacia el norte de la Altiplanicie Mexicana en junio y julio continúan en agosto y septiembre en la península de Baja California” (Vidal, 2007).

La zona sureste de la República Mexicana, es decir, la Península de Yucatán, también presenta ondas cálidas, por lo que es importante conocerlas. En general, es una zona de altas temperaturas donde la influencia de ondas cálidas puede parecer escasa, sin embargo, debe ser evaluada con detalle para conocer los probables daños a la salud de la población y estudiar sus posibles vínculos con el cambio climático.

Con base en los criterios de la carta de climas de la CONABIO (1998) que emplea temperaturas de 22°C y 26°C para delimitar las regiones cálidas y muy cálidas del país (Vidal y Ortiz, 2010), se utilizó el umbral de 26°C para evaluar el número de días cálidos y de ondas cálidas o periodos de tres o más días seguidos estableciendo las siguientes categorías: de 26°C a 29.9 °C, de 30 °C a 33.9 °C, de 34 °C a 39.9 °C y mayor a 40 °C. Utilizando la macro en Excel de Vidal y Matías (en prensa), se hizo un conteo de ondas cálidas donde se tomaron los 4 rangos de temperaturas antes mencionados para procesar los datos de las estaciones Candelaria,

Palizada y Campeche del estado de Campeche, Felipe Carrillo Puerto, X-Pichil y Chetumal del estado de Quintana Roo y las estaciones, Mérida Motúl y Sotuta del estado de Yucatán, durante el periodo histórico 1952-2003 para conocer su frecuencia e intensidad. Las gráficas 3.1 a 3.9 ilustran las ondas cálidas que representan los valores 34 a 40 °C y más de 40 °C, ya que los dos primeros rangos no son relevantes debido a que la mayor parte del año las temperaturas máximas diarias de la región se encuentra sobre los 30 °C.

Las ondas de calor no tienen la misma tendencia en todas las estaciones, lo que probablemente se deba a la influencia del mar o a la continentalidad de las localidades. En Campeche, la estación Candelaria presenta un promedio de 30 ondas cálidas en el periodo histórico; la década de 1958 a 1968 registró ondas cálidas por arriba de la media, presentando 60 ondas de calor en 1962. De 1972 a 1978 vuelve a presentarse un periodo de ondas cálidas por arriba del promedio mientras que en el decenio de 1979 a 1989 las ondas cálidas tienen un descenso, presentándose 13 ondas en 1984. Entre 1990 y 1996 las ondas vuelven a aumentar por arriba de la media y a partir de 1997 y hasta 2003 la tenencia de las ondas disminuye, presentando el menor número de todo el periodo en 1997 con tan solo 7. Para la estación Palizada, al inicio del periodo histórico, es decir de 1952 a 1961 la cantidad de ondas cálidas está por debajo de la media; de 1962 a 1981 tienen ligeras variaciones siguiendo la tendencia sobre la media. Después, se presenta un periodo significativo de 1982 a 1990 donde las ondas cálidas se mantienen por arriba de la media de 27 en el periodo histórico; en 1994 sólo se presentan 9 ondas cálidas y a partir de 1995 y hasta 2003 se observaron ligeras fluctuaciones. En la estación Campeche las ondas cálidas se presentan por periodos arriba de la media de 39 en la mayor parte del periodo histórico, sólo en la década de 1964 a 1974 las ondas registran menos de 30 ondas y a partir de 1975 se mantienen por arriba de las 40 ondas. En esta entidad se aprecia que en las estaciones Candelaria y Palizada el número de ondas y sus variaciones durante el periodo histórico son menores a las de Campeche, lo que probablemente se deba a que la localización de las dos primeras estaciones es mas continental, en comparación con la estación Campeche que tiene influencia directa del mar.

En el estado de Quintana Roo se seleccionaron tres estaciones: Felipe Carrillo Puerto, X-Pichil y Chetumal. Felipe Carrillo Puerto presenta el periodo de 1958 a 1965 por arriba de la

media de 20 ondas cálidas en el periodo histórico, continuando con un descenso que permaneció hasta 1980. En el lapso de 1987 a 1992 se mantienen por encima de la media y a partir de 1993 tiene fluctuaciones contrastantes con periodos cortos de 2 a 4 años por arriba de la media. En X-Pichil se presentan dos grandes periodos, en el primero de 1961 a 1981 las ondas cálidas se encuentran por arriba de la media de 32 ondas en el periodo histórico y en el segundo de 1982 a 2004 las ondas cálidas se mantuvieron por debajo de la media, es interesante conocer por que esta estación tiene periodos de 20 años con ese contraste. Probablemente se deba a su continentalidad y a la presencia de fenómenos como huracanes. Chetumal es otro caso extraordinario, probablemente debido a su proximidad al mar y los diversos fenómenos que se presentan comúnmente en este lugar; esta estación tiene un promedio de 6 en todo el periodo histórico, de 1966 a 1971 se presenta un ligero aumento de ondas cálidas, de 1972 a 1993 se encuentran por debajo de la media y a partir de 1995 y hasta 2004 se tiene un repunte sobre la media, logrando así una tendencia al aumento. Esto se debe a que la temperatura promedio de este lugar es menor a los 34 °C, por lo que la incidencia de ondas cálidas ha sido muy baja hasta 1995.

Para el estado de Yucatán se estudiaron las estaciones Mérida, Motúl y Sotuta; Mérida presenta variaciones durante todo el periodo histórico, la media de esta estación es de 47 ondas cálidas, de 1968 a 1974 hay una variación por debajo de la media seguido por un periodo de 4 años con ondas cálidas por arriba de la media; de 1978 a 1983 se presentan variaciones que culminan con un repunte en 1985 presentando el mayor número de ondas en todo el periodo histórico con 82; en el periodo siguiente de 1986 a 1991 el promedio se mantuvo por debajo de la media, y a partir de 1991 y hasta 2000 las ondas se incrementaron por encima de la media. En la estación Motúl se presentaron periodos más contrastantes, de 1953 a 1960 las ondas estuvieron por debajo de la media de 35 ondas cálidas en todo el periodo, de 1965 a 1970 siguieron con la misma tendencia por debajo de la media y de 1971 hasta 1983 las ondas cálidas aumentaron significativamente alcanzando el mayor número de ondas en 1979 con 69 y a partir de 1985 la tendencia es al aumento. Sotuta registra grandes variaciones desde el principio del periodo en 1953 y hasta 1965, mas de una década con ondas por encima de la media de 40 ondas cálidas en el periodo histórico, punto en el que alcanza el mayor número de ondas con 83 en 1956; de 1965 a 1982 se mantiene sobre la media con ligeras variaciones y es en el periodo

de 1986 a 1995 donde se tiene el período con el menor número de ondas alcanzando en 1986 tan solo 5 ondas, pero a partir de 1996 la tendencia es al aumento.

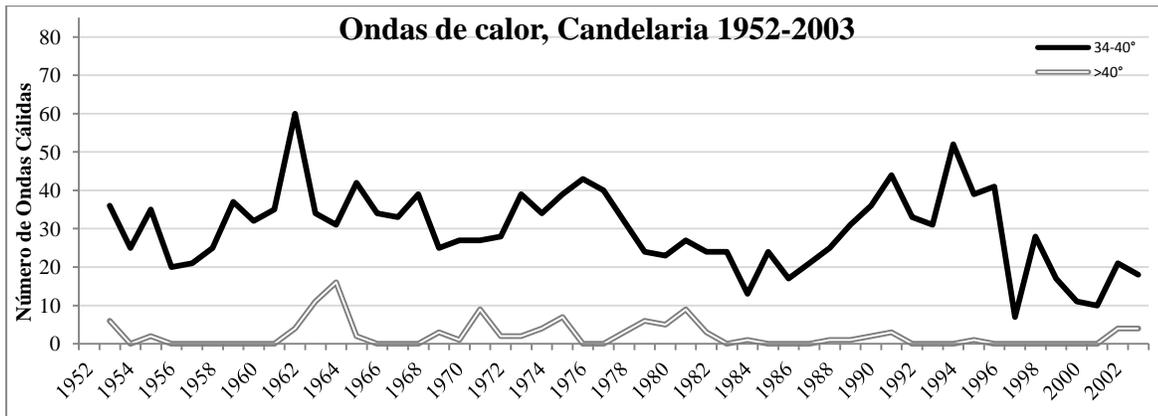
Las ondas cálidas del tipo 4 (tres días seguidos con temperatura mayor de 40 °C) tiene poca presencia en el periodo histórico, la estación Candelaria de Campeche tuvo dos años muy calientes en los que se registraron 11 y 16 ondas en 1963 y 1964, respectivamente. En Palizada, la incidencia es mucho menor, resalta 1984 con 11 ondas. La estación Campeche no tiene ningún año tan cálido, por lo que en todo el periodo histórico tuvo ligera presencia de ondas de este rango que no superaron las 4 ondas por año.

En el estado de Quintana Roo, para la estación Felipe Carrillo Puerto a diferencia de la estación Candelaria en Campeche, 1964 fue un año con presencia de ondas cálidas del tipo 4, registrándose dos ondas en ese año y en todo el periodo no se registró alguna otra de la misma magnitud. En X-Pichil sólo 4 años (1964, 1978, 1987 y 1989) tuvieron una onda cálida. Por último, en Chetumal estas ondas no tuvieron presencia durante el periodo histórico.

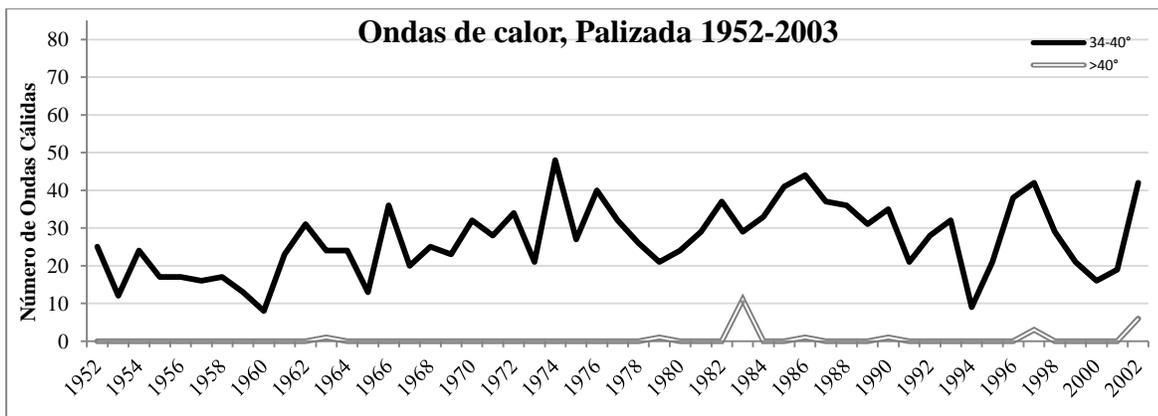
En Motúl (Yucatán) se presentaron 12 ondas del rango 4 en el año 1975, mientras que en otros años del periodo no se registraron más de 4 ondas. En Sotuta, los años con más presencia de ondas cálidas fueron 1957 y 1958 registrándose 11 y 19 ondas, respectivamente. En la estación Mérida, la incidencia fue menor en comparación con las de Sotuta y Motúl, ya que el año con más presencia de estas ondas fue 1963 con un registro de 6.

En conclusión en la Península de Yucatán las ondas cálidas del tipo 4 tienen poca relevancia ya que en promedio se registran 1.5 ondas al año, por lo que este análisis se enfoca a las ondas cálidas del rango 3 con temperaturas de 34 a 39.9 °C

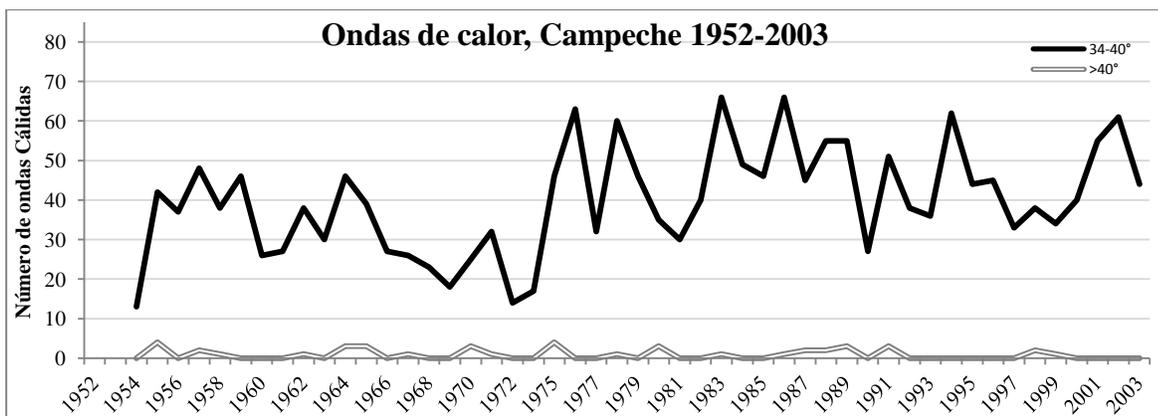
3.1 Representación gráfica de las ondas de calor en la Península de Yucatán



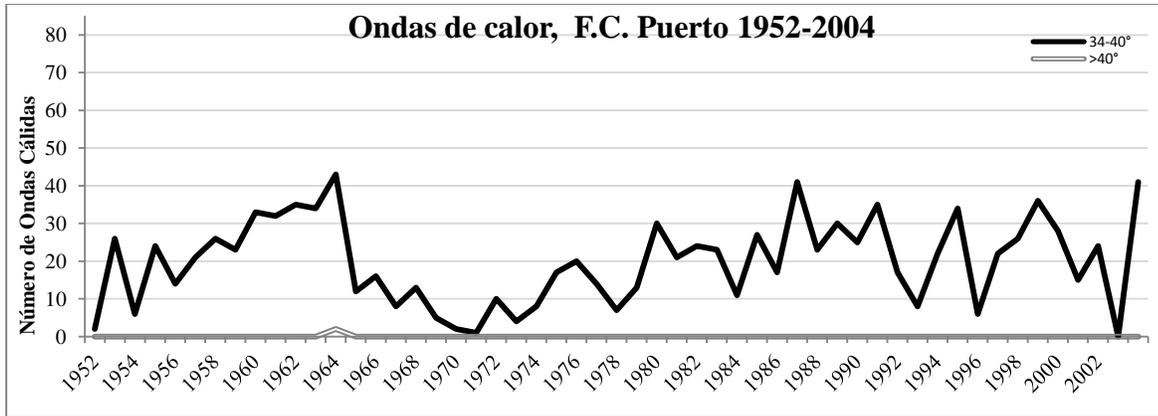
Gráfica 3.1 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Candelaria, Campeche en 1952-2003



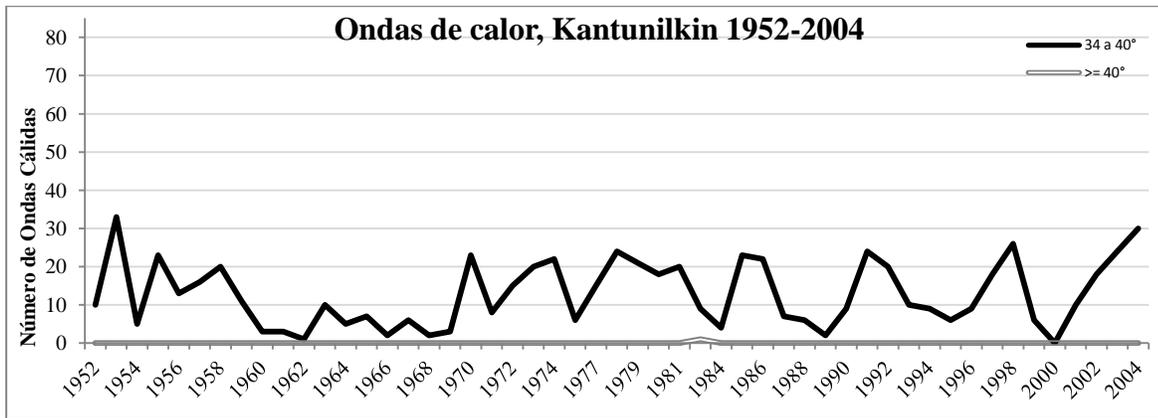
Gráfica 3.2 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Palizada, Campeche en 1952-2003



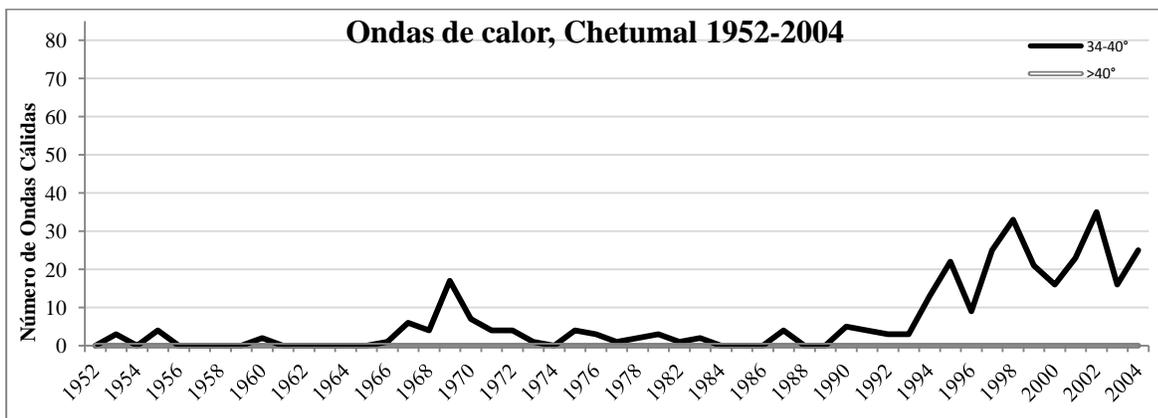
Gráfica 3.3 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Campeche, Campeche en 1952-2003



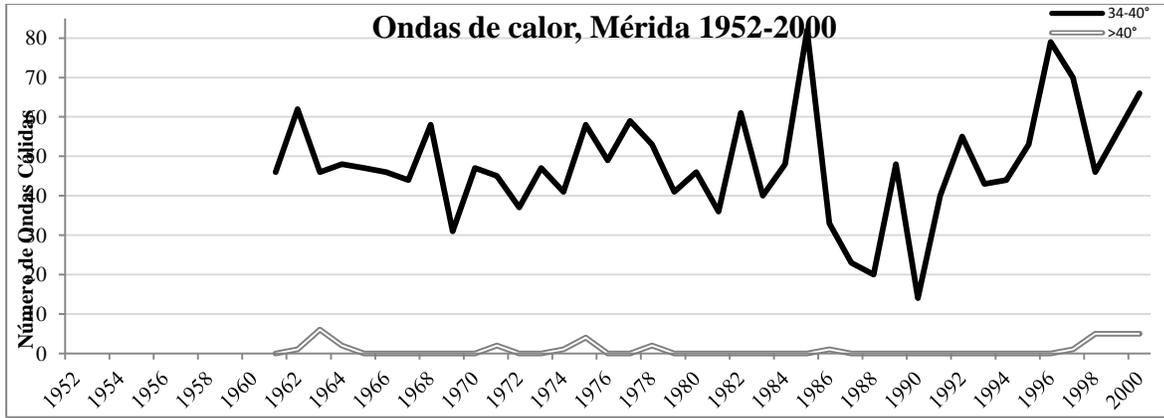
Gráfica 3.4 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo en 1952-2004



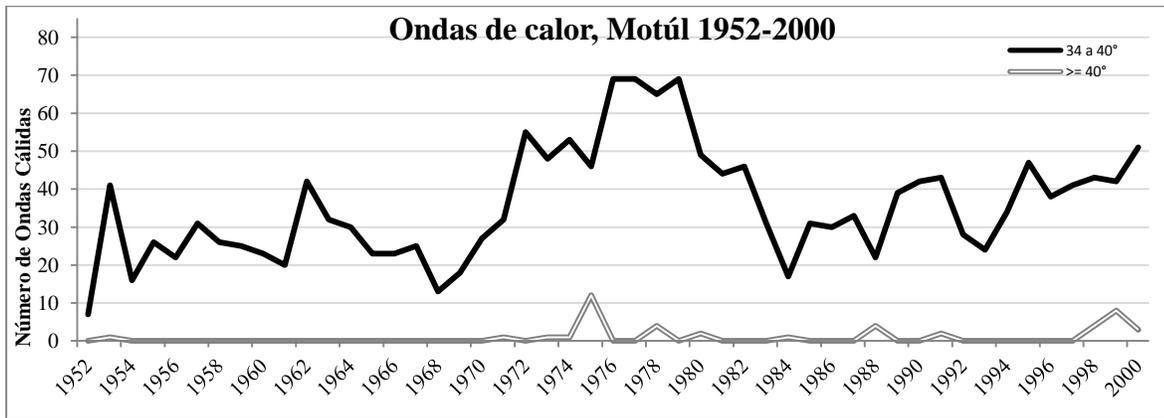
Gráfica 3.5 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Kantunilkin, Quintana Roo en 1952-2004



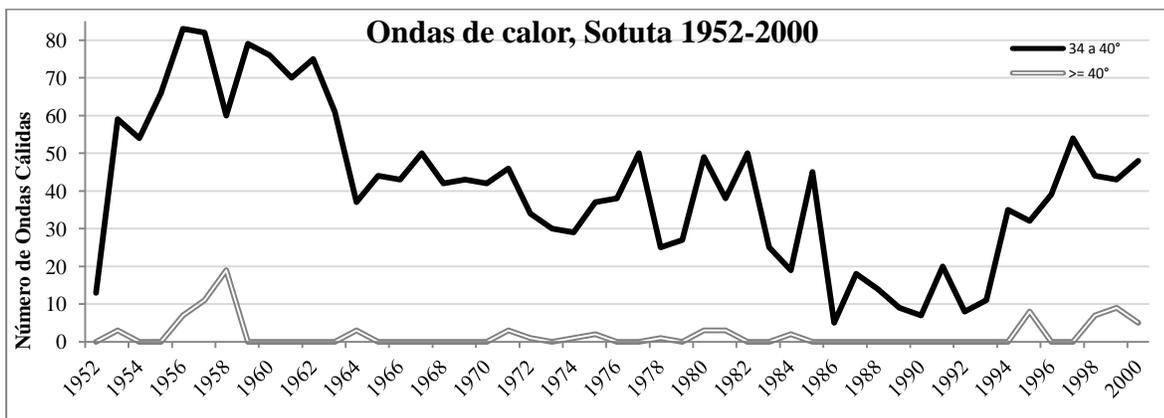
Gráfica 3.6 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Chetumal, Quintana Roo en 1952-2004



Gráfica 3.7 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Mérida, Yucatán en 1952-2000



Gráfica 3.8 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Motúl, Yucatán en 1952-2000



Gráfica 3.9 Representación gráfica de las ondas de calor de los rangos 3 y 4 en la estación Sotuta, Yucatán en 1952-2000

3.2 Temperatura horaria de las estaciones Campeche, Mérida y Chetumal.

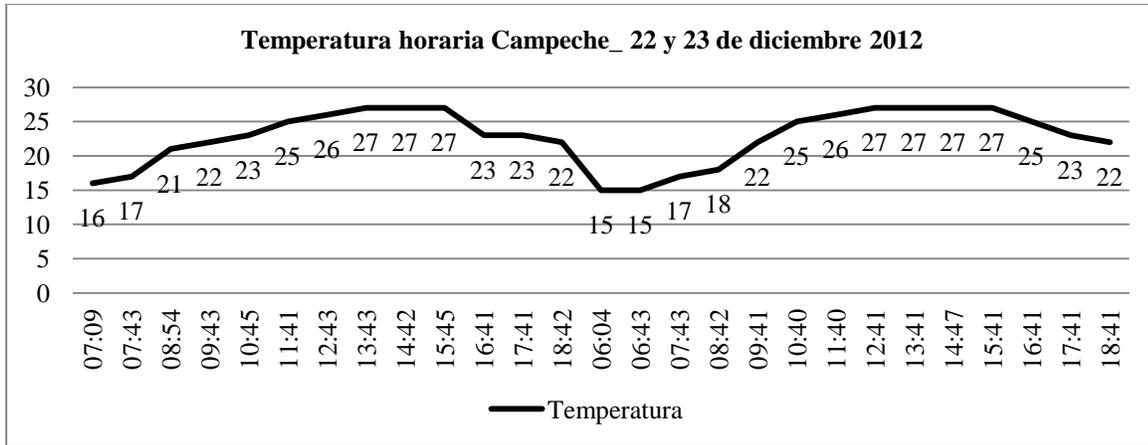
Se utilizaron datos de los boletines diarios que genera la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) a través del Servicio Meteorológico Nacional, donde se registran las variables de temperatura, punto de rocío, humedad, presión, visibilidad del cielo, viento, ráfaga y tiempo.

Según los datos de temperaturas horarias de las estaciones Campeche, Mérida y Chetumal del 22 y 23 de diciembre de 2012, la temperatura aumenta ligeramente después del medio día, es decir entre las 13:00 y 15:00 horas; la mayor temperatura fue de 27 °C, la mínima alcanzada fue de 13 °C en Mérida entre las 04:00 y 05:00 horas, para Campeche el registro fue de 15 °C y en Chetumal de 17 °C. A partir de las 08:00 horas la temperatura tiende a incrementarse y se mantiene por arriba de los 20 °C para las tres estaciones, iniciando su descenso a partir de las 18:00 horas.

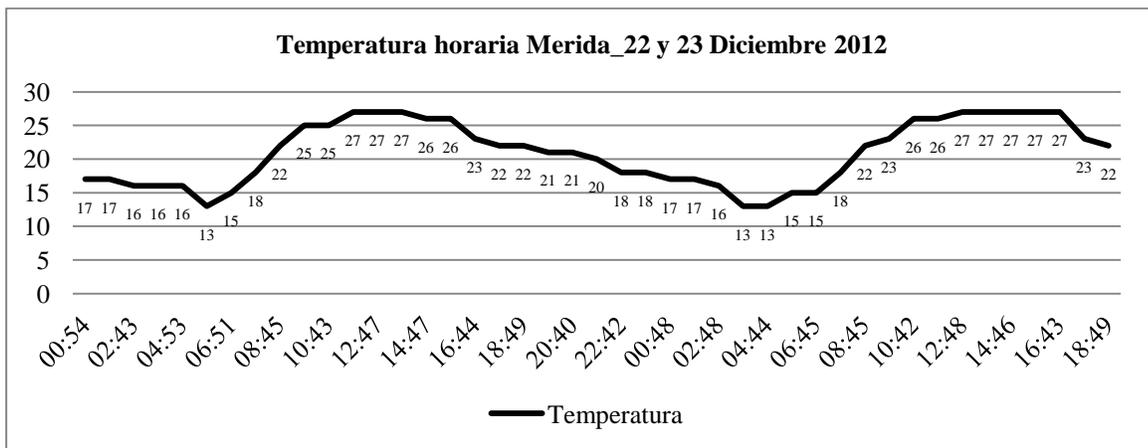
Las gráficas 3.10, 3.11 y 3.12 representan la marcha horaria de dos días de las estaciones Campeche, Mérida y Chetumal, que fueron los más fríos de diciembre de 2012. Los sistemas de tiempo prevalentes en la zona durante este lapso de tiempo fueron: el día 22 con influencia de una corriente en chorro que cubre gran parte del país, los remanentes de la masa de aire frío que acompañó al Frente frío número 16 y del aire marítimo tropical. En el día 23 tiene características semejantes, prevalecen los remanentes de la masa de aire frío que acompaña al frente frío número 16 en el sureste de la República, en ambos días registrándose temperaturas frías por la mañana y por la noche.

3.4 Frecuencia mensual de las ondas cálidas en la Península de Yucatán.

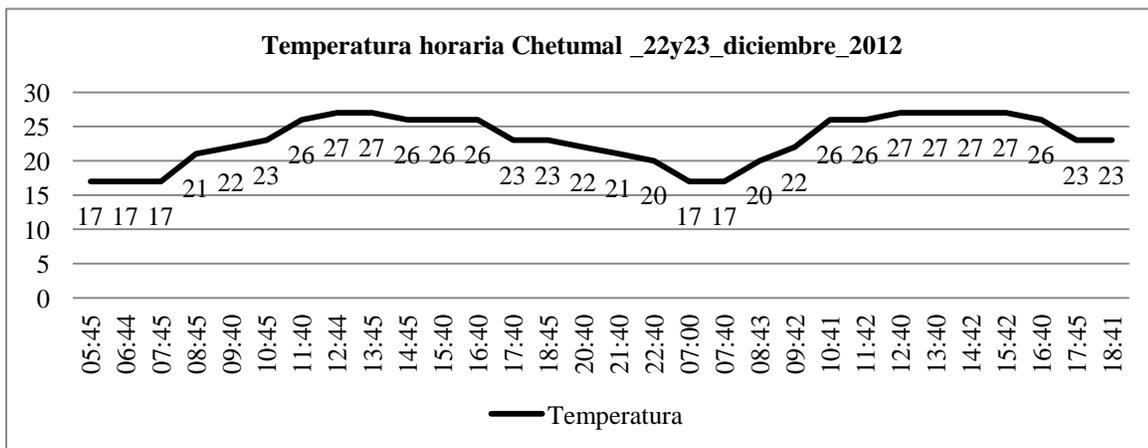
Para el estado de Yucatán se utilizaron datos del Observatorio de Mérida, para Campeche del Observatorio Campeche, y para Quintana Roo de la estación meteorológica Felipe Carrillo Puerto. La frecuencia mensual de las ondas cálidas de cada localidad se depuró por medio de un filtro realizado en Excel, que se utilizó como hoja base de los datos obtenidos para ondas cálidas.



Gráfica 3.10 Representación gráfica de la temperatura horaria en la estación Campeche para los días 22 y 23 de diciembre de 2012.



Gráfica 3.11 Representación gráfica de la temperatura horaria en la estación Mérida para los días 22 y 23 de diciembre de 2012.



Gráfica 3.12 Representación gráfica de la temperatura horaria en la estación Chetumal para los días 22 y 23 de diciembre de 2012.

El rango de las ondas cálidas que se eligió para este estudio fue de 34 °C a 39.9 °C debido a que en esta zona, las ondas de los rangos 26-29.9 °C y 30-33.9 °C son casi permanentes como consecuencia del clima de la región y también las mayores a 40 °C son menos frecuentes. Se realizó el recuento del número de ondas cálidas mensuales que se presentaron en el periodo de 1984 a 1996.

Este ejercicio muestra que no hay una tendencia definida hacia el incremento o al decremento de las ondas cálidas en esta docena de años, lo que hace necesario llevar a cabo un análisis en un número mayor de estaciones. En el Observatorio de Mérida en 1985 y 1996 se presentó el mayor número de ondas cálidas 78 y 79 respectivamente, en comparación con los años 1987, 1988, y 1990 que registraron menos 14, 20 y 22 ondas cálidas anuales; el promedio anual es de 48. El mes con mayor número ondas es agosto con un promedio de 6 ondas, los meses de la mitad caliente del año presentan 5 y en la mitad fría 3, en promedio.

Para la estación Campeche, los años con más ondas cálidas fueron 1986 y 1994 con 67. El año 1990 presentó sólo 20 ondas cálidas, muy por debajo del promedio de 51 ondas cálidas anuales. En comparación con Mérida, Campeche tiene un promedio más alto de ondas cálidas, sin embargo mensualmente varía mucho su incidencia, coincidiendo en que agosto es el mes con la mayor cantidad, con 8 en promedio. En el lapso de abril a septiembre el promedio es mayor de 5, mientras que de octubre a marzo disminuyen bastante, diciembre y enero no presentan ondas cálidas.

A diferencia del observatorio Campeche, la estación Candelaria muestra menor incidencia de ondas cálidas a lo largo de los doce años de estudio, a pesar de que se encuentran en el mismo estado; es probable que las variaciones de estación a estación sean muy notorias debido a su localización respecto al mar. Los años con mayor y menor número de ondas cálidas en Candelaria son: 1994 con 51 ondas cálidas y 1984 con 12. En comparación con Campeche, anualmente presentó menor número de ondas, en promedio 32. El mes con más ondas es mayo, 7 en promedio, abril, junio, julio y agosto presentan 6, 5 y 4 ondas cálidas, respectivamente. En la mitad fría del año generalmente no se presentan, observándose una en octubre y 2 en marzo.

Para el estado de Quintana Roo se analizaron datos del observatorio de Chetumal y la estación Felipe Carrillo Puerto. El observatorio de Chetumal registró muy pocas ondas cálidas y de acuerdo con los ejercicios mencionados en el capítulo uno, este lugar es menos cálido en todas sus variaciones climáticas. El año con más ondas fue 1995 con 20 en total y los años en que no hubo presencia de ondas fueron 1954, 1985, 1986, 1988 y 1989; en promedio se presentaron 5 ondas en todo el periodo. Agosto fue el mes que presentó mayor número de ondas, 2 en promedio por año. En los meses calientes del año, es decir mayo, junio, julio y septiembre sólo se presentó una onda.

El mayor número de ondas cálidas registradas en la estación Felipe Carrillo Puerto fue en 1987 con 40 mientras que en 1996 solo se presentaron 5. El promedio del periodo fue de 49. Mensualmente, fueron 5 ondas en promedio en el mes de mayo y de junio a septiembre, el promedio de ondas fue mayor a 2. En los meses de noviembre a febrero no se registraron ondas cálidas.

A pesar de la menor frecuencia de ondas cálidas mayores a 40 °C, se registraron algunas a lo largo de este periodo de tiempo. En Mérida se registró sólo una en 1986, Campeche es la estación con más ondas cálidas de tipo 4, en 1986 se presentó una onda en el mes de mayo; en 1987 y 1988 se registraron dos ondas del tipo 4 en los meses de mayo y abril. En 1989, dos ondas cálidas en mayo y una en junio, y en 1991 dos ondas cálidas en abril y una en mayo. Candelaria registró una onda de calor en mayo de 1984, otra más en abril de 1988 y en 1989 una onda cálida en julio. Para el mes de mayo de 1990 se presentaron dos ondas cálidas, otras dos en abril y una en mayo de 1991; en abril de 1995 una más. Las estaciones correspondientes al estado de Quintana Roo no registraron ondas de calor mayores a 40 °C.

Tabla 3.1 Frecuencia mensual de ondas cálidas de 34 a 39.9 °C, en el Observatorio de Mérida, Yucatán.

AÑOS	MESES												TOTAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1984	0	0	3	6	3	5	6	6	7	8	2	0	46
1985	1	5	7	8	10	9	10	9	9	6	4	0	78
1986	1	3	2	4	3	7	6	7	-	-	-	-	33
1987	-	-	-	-	7	6	-	6	3	-	0	0	22
1988	0	2	2	-	5	2	0	1	1	2	2	3	20
1989	2	1	2	2	9	10	8	9	0	1	2	0	46
1990	1	2	0	1	2	4	-	-	-	-	-	4	14
1991	5	2	5	3	3	2	4	3	5	5	1	1	39
1992	8	0	1	4	3	4	10	7	6	4	4	4	55
1993	4	2	4	3	5	4	4	3	2	4	3	2	40
1994	5	4	2	3	3	5	4	3	2	5	3	5	44
1995	2	4	5	3	2	4	2	3	7	4	6	9	51
1996	6	5	2	10	9	7	4	6	6	6	9	7	77
PROMEDIO	3	3	3	4	5	5	5	5	4	5	3	3	43

Tabla 3.2 Frecuencia mensual de ondas cálidas de 34 a 39.9 °C, en el Observatorio de Campeche, Campeche.

AÑOS	MESES												TOTAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1984	0	0	5	4	5	6	8	7	5	7	1	0	48
1985	1	1	3	5	6	6	8	4	6	3	2	0	45
1986	1	4	3	8	4	8	9	9	9	8	3	1	67
1987	0	2	1	2	6	7	6	9	9	2	1	0	45
1988	1	1	5	5	8	9	8	8	-	6	4	0	55
1989	0	0	3	8	7	4	8	10	8	3	1	0	52
1990	0	0	2	1	8	6	9	0	0	0	0	0	26
1991	1	1	-	4	5	9	8	10	8	4	1	0	51
1992	0	1	5	9	4	5	6	6	2	0	0	0	38
1993	0	2	1	4	8	4	6	7	2	1	0	0	35
1994	0	2	5	8	9	6	10	7	6	8	6	0	67
1995	0	2	4	8	7	8	5	8	2	0	1	0	45
1996	0	2	4	4	6	5	8	3	7	0	0	0	39
PROMEDIO	0	1	3	5	6	6	8	7	5	3	2	0	47

Tabla 3.3 Frecuencia mensual de ondas cálidas de 34 a 39.9 °C 3, en la estación Candelaria, Campeche.

AÑOS	MESES												TOTAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1984	0	0	2	6	2	2	0	0	0	0	0	0	12
1985	0	0	1	6	9	5	2	0	0	0	0	0	23
1986	0	0	3	8	5	1	0	0	0	0	0	0	17
1987	0	1	1	1	9	6	1	1	1	0	0	0	21
1988	0	0	1	6	8	3	3	1	2	0	0	0	24
1989	0	0	3	6	8	4	4	3	0	0	1	0	29
1990	0	0	0	6	5	8	9	2	4	1	0	0	35
1991	0	0	5	5	8	9	5	5	3	1	0	0	41
1992	0	1	3	6	7	5	5	4	0	0	0	0	31
1993	0	0	3	4	7	6	5	2	3	0	0	0	30
1994	0	0	0	9	8	9	9	9	2	5	0	0	51
1995	0	0	6	4	6	3	5	7	4	1	1	0	37
1996	0	2	3	6	8	6	6	5	4	0	0	0	40
PROMEDIO	0	0	2	6	7	5	4	3	2	1	0	0	30

Tabla 3.4 Frecuencia mensual de ondas cálidas de 34 a 39.9 °C, en el Observatorio de Chetumal, Quintana Roo.

AÑOS	MESES												TOTAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	4
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	0	5
1991	0	0	0	0	1	-	2	1	0	0	0	0	4
1992	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3
1993	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
1994	0	0	0	0	3	1	2	5	2	0	0	0	13
1995	0	0	0	0	2	7	2	5	3	1	0	0	20
1996	0	0	0	0	1	1	2	2	3	0	0	0	9
PROMEDIO	0	0	0	0	1	1	1	2	1	0	0	0	5

Tabla 3.5 Frecuencia mensual de ondas cálidas de 34 a 39.9 °C, en la estación Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.

AÑOS	MESES												TOTAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1984	0	0	1	6	2	1	0	0	1	0	0	0	11
1985	0	0	0	1	5	5	6	6	4	0	0	0	27
1986	0	0	2	1	5	1	4	4	0	0	0	0	17
1987	0	0	3	3	9	3	7	6	8	1	0	0	40
1988	0	0	0	4	6	3	3	3	1	1	0	0	21
1989	0	1	0	2	5	8	7	6	2	2	0	0	33
1990	0	0	0	0	7	4	1	5	5	2	0	0	24
1991	0	0	3	3	7	7	6	5	4	0	0	0	35
1992	0	0	0	2	2	8	1	4	1	0	0	0	18
1993	0	0	1	0	2	0	0	2	1	1	0	0	7
1994	0	0	0	1	8	1	4	7	2	0	0	-	23
1995	0	0	2	8	9	6	1	2	3	0	0	0	31
1996	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0	0	0	5
PROMEDIO	0	0	1	2	5	4	3	4	3	1	0	0	22

Para tener una visión más amplia de toda la región, se elaboró un conteo mensual de ondas cálidas del tipo 3 (34-39.9 °C) en las estaciones más representativas de cada estado: el Observatorio de Mérida en Yucatán, el Observatorio de Campeche, y la estación Felipe Carrillo Puerto en Quintana Roo. En las tablas 3.1-3.5, se representa la frecuencia de ondas cálidas del rango 3 en el periodo 1984-1996. Para la mitad caliente del año (abril-septiembre), cabe destacar que Campeche tiene el mayor número de ondas en esta temporada (81 en promedio), le sigue Mérida con 60 en la mitad caliente del año y Felipe Carrillo Puerto con 45. Para la mitad fría del año (octubre – marzo) la frecuencia es distinta, Mérida es la que presenta el mayor número de ondas con 37 en promedio; Campeche le sigue con 21 ondas cálidas en la época fría y en Felipe Carrillo Puerto con solo 3 ondas cálidas en promedio (Figuras 3.6 y 3.7).

Es importante destacar la diferencia en la frecuencia de las ondas cálidas de este rango en la zona de estudio, ya que se esperarí encontrar un aumento o la disminución de éstas en un mismo lugar como consecuencia de su ubicación y la cercanía oceánica, que pueden influir en su tendencia. Según la hoja IV.9.2 del Atlas Nacional (1990), la temperatura superficial del mar en Campeche varía de los 28 °C a los 28.5 °C en la mitad caliente del año, lo cual coincide con

las 487 ondas registradas en el periodo del tipo 3, que comprende el 75% del total de 1984 a 1996. Yucatán registra una temperatura superficial del mar de 27.5 °C a 28 °C y el número de ondas registrado en este periodo es de 349 lo que representa el 39% del total analizado. Quintana Roo tiene una temperatura superficial del mar que va de 27.5 °C a 28 °C, las ondas percibidas fueron 272 y conforman el 93% del total registrado. Siguiendo esta comparación, se puede decir que a mayor temperatura superficial del mar el número de ondas tiende al aumento. No obstante, en la mitad fría del año muestra una tendencia diferente, ya que en Campeche la temperatura del mar está entre 23 °C y 23.5 °C, y las ondas de calor que se registraron fueron 126 lo que significa el 25% del total.

En Mérida hay un mayor contraste ya que en esta época se registran 216 ondas cálidas que son el 61% del total, es decir, más de la mitad de las ondas se registran cuando la temperatura superficial del mar baja entre los 23-23.5 °C, aquí se aprecia cómo la lejanía al océano de la estación afecta la presencia de ondas cálidas, que van al aumento en la temporada fría del año. En contra parte, Quintana Roo tiene una temperatura superficial más cálida con respecto al resto de la península (24.5-25.5 °C), incluso en la porción sur del estado llega a los 26 °C, en este periodo se contabilizaron 20 ondas cálidas (7% del total).

Tabla 3.6 Conteo mensual en la mitad caliente del año, de ondas cálidas del rango 3 (34-39.9 °C) en tres estaciones de la Península de Yucatán.

ESTACIONES	MESES						TOTAL
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	
Mérida	47	64	69	58	63	48	349
Campeche	70	83	83	99	88	64	487
Felipe Carrillo Puerto	31	68	47	41	50	35	272

Tabla 3.7 Conteo mensual en la mitad fría del año, de ondas cálidas del rango 3 (34-39.9 °C) en tres estaciones de la Península de Yucatán.

ESTACIONES	MESES						TOTAL
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	
Mérida	45	36	35	35	30	35	216
Campeche	42	20	1	4	18	41	126
Felipe Carrillo Puerto	7	0	0	0	1	12	20

Los sistemas de tiempo tienen un papel importante en la presencia de las ondas cálidas, algunos que afectan la región son los vientos alisios que tienen una dirección general NE y SW y su contenido de humedad de estos vientos depende de la superficie por la que atraviesan. Se desplazan de las regiones de alta presión a las de baja, por lo que se moverán de las zonas de altas presiones subtropicales a la zona de baja presión ecuatorial y a las zonas de baja presión subpolar. A la faja de más bajas presiones que rodea a la tierra se le conoce como “vaguada ecuatorial” se sitúa al norte del Ecuador geográfico que coincide con el Ecuador Térmico. Los Frentes se encuentran en una zona de interacción entre dos masas de aire con características diferentes de temperatura y humedad, pueden ser fríos o cálidos (García, 1986). La Península de Yucatán se encuentra en la zona de los alisios y de las ondas tropicales; los primeros son menos húmedos y en la época en que no dominan se tiene una temporada menos lluviosa.

A continuación se muestra una imagen de satélite GOES (Fig.3.1), del día 26 de mayo de 2009, con el inicio de una onda cálida reciente que perduró por 4 días alcanzando temperaturas de 40 °C a 43.5 °C en Mérida. Se agregan dos boletines, uno del Servicio Meteorológico Nacional (Fig.3.2) y otro de la Comisión Federal de Electricidad (Fig 3.3) donde se aprecia claramente el *Jet Stream* que afecta a la Península de Yucatán por la cantidad de humedad que transporta.

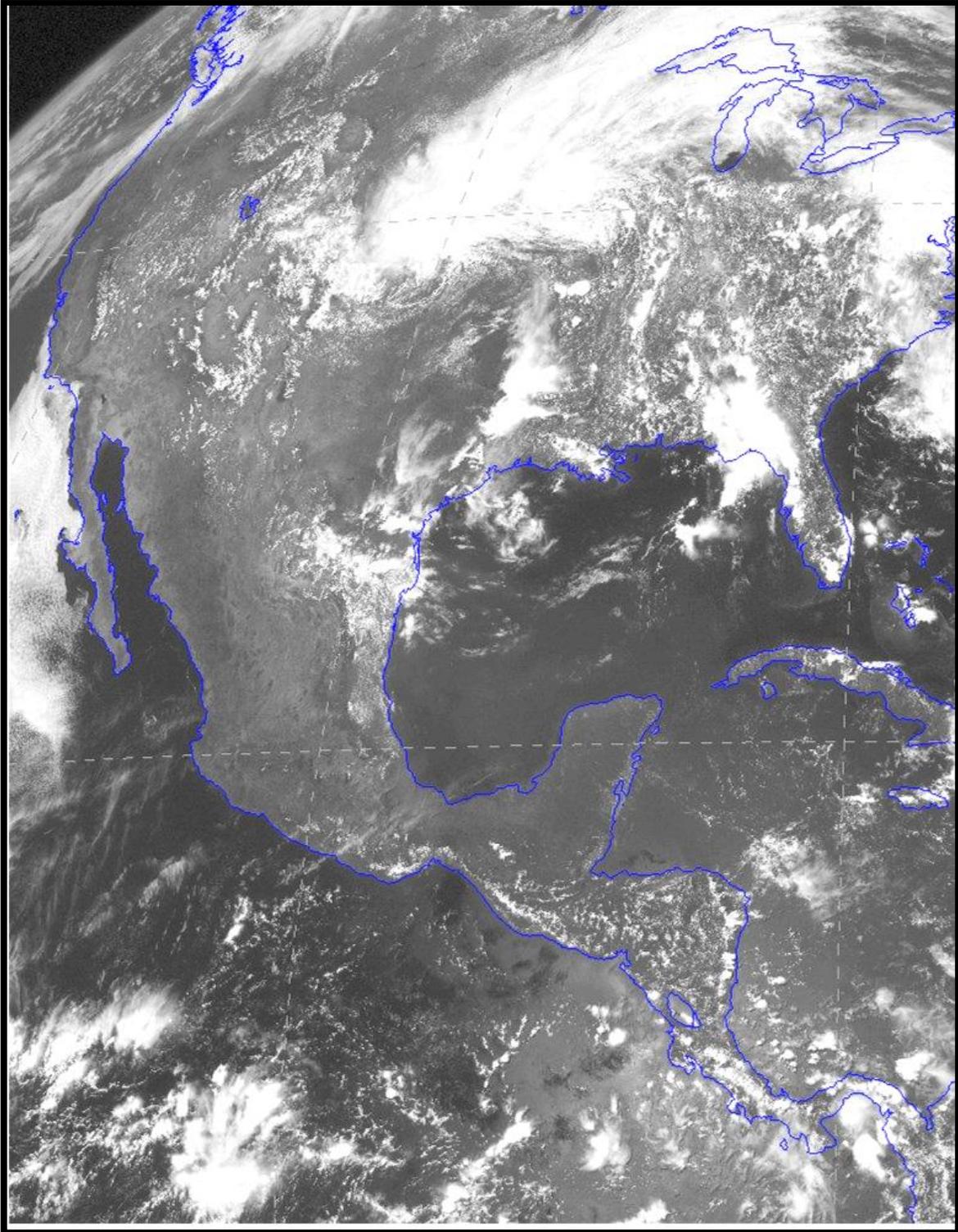


Figura 3.1 Imagen de satélite GOES del 26 de mayo de 2009.

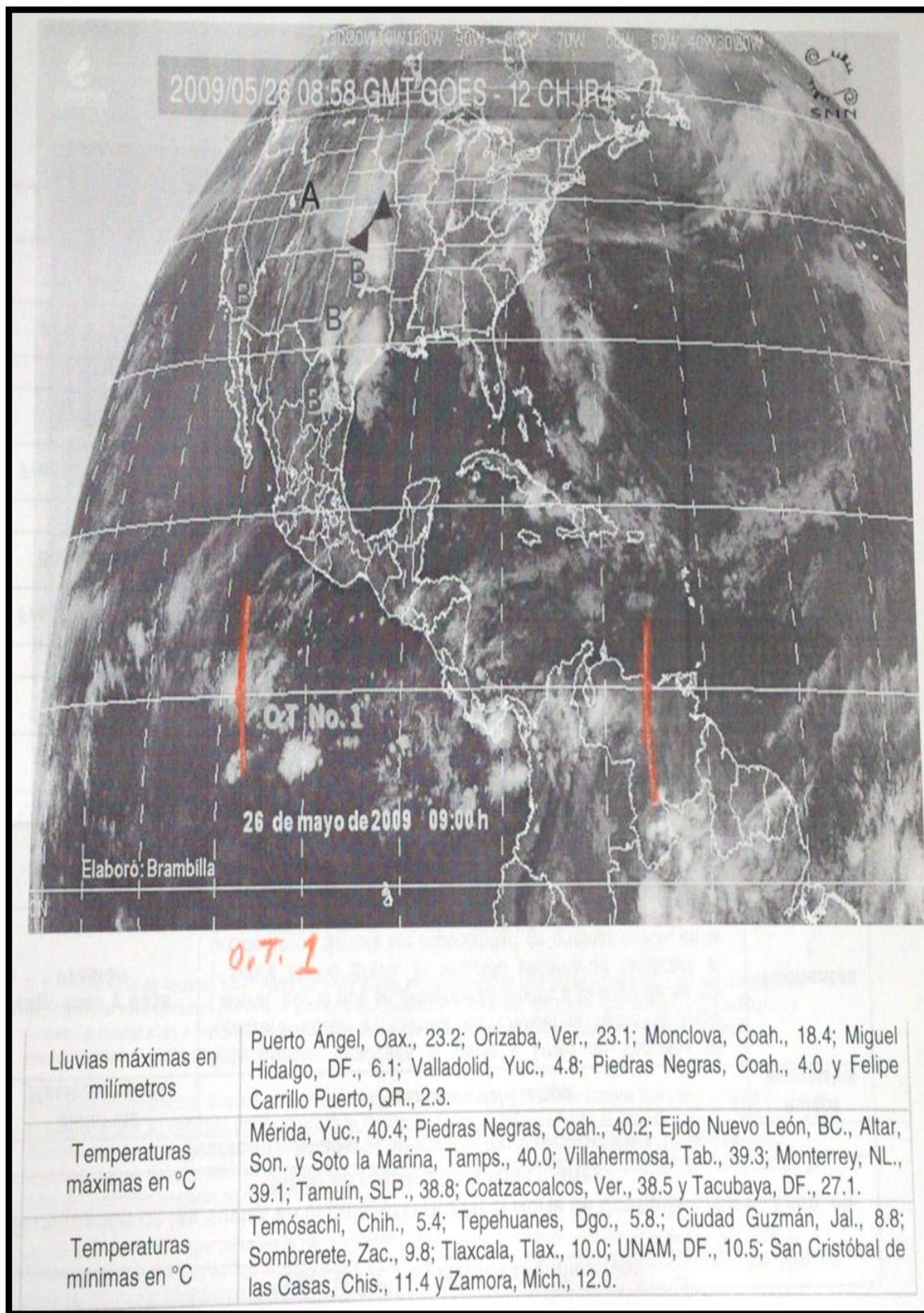
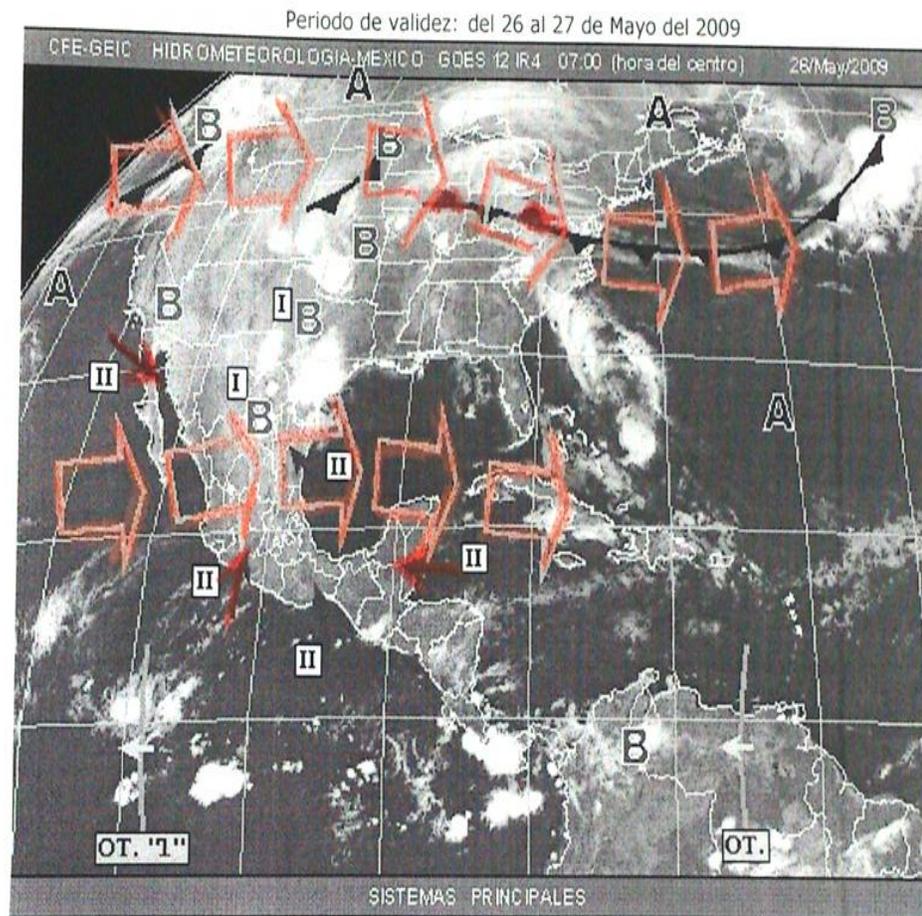


Figura 3.2 Boletín del Servicio Meteorológico Nacional del 26 de mayo de 2009.



Condiciones meteorológicas actuales y pronóstico en la República Mexicana

I. Un canal de bajas presiones afectan el noreste del país, provocará chubascos, tormentas eléctricas, granizadas, vientos fuertes y lluvias de moderadas a fuertes con posibilidad de lluvias intensas en dicha región.

II. El resto de la República Mexicana se mantiene bajo la influencia de aire marítimo tropical, el cual interacciona con una corriente en chorro en la altura, que se extiende desde el sur de la Península de Baja California, cruza el centro del país hasta la Península de Yucatán. Dicha situación favorece ambiente de caluroso a muy caluroso, así como chubascos, tormentas eléctricas y lluvias de moderadas a fuertes en el sureste del país; lluvias de ligeras a moderadas se registrarán en el sur de la nación; lluvias ligeras se esperan en algunas zonas del centro y oriente del país; el resto del territorio nacional se mantendrá sin lluvias.

Los valores extremos reportados en la nación fueron: La temperatura máxima del día de ayer fue de 40.4°C en Mérida, Yuc., y la mínima de hoy al amanecer de 5.4°C en Temósachic, Chih. La lluvia máxima acumulada en 24 horas por los observatorios meteorológicos el día de ayer fue de 23.2 mm en Puerto Ángel, Oax.

Figura 3.3 Boletín meteorológico de la Comisión Federal de Electricidad del 26 de mayo de 2009.

Capítulo 4

Impacto del calor en la salud.

El calor es un factor que condiciona la vida de cualquier ser vivo, ya que no todos se adaptan a las diferentes intensidades del mismo que prevalecen en el planeta; las ondas de calor se caracterizan por el aumento de la temperatura (entre 5 °C y 7 °C) en un lapso de tiempo de 3 o 4 días que al asociarse con la humedad relativa crean un ambiente incómodo al que es difícil adaptarse. Provocan pérdidas humanas en todo el mundo, como las ondas de calor más intensas que se presentaron en Europa, en agosto del 2003, donde más de 30, 000 personas perdieron la vida. En Francia, ocurrió la mayor de las pérdidas con 14 802 decesos por una intensa onda de calor. Alemania tuvo 7 000 decesos, y cerca de 4200 en España e Italia y más de 2000 personas murieron en Reino Unido. En términos generales el calor cobra más vidas que los desastres provocados por deslaves, inundaciones, huracanes o tornados, debido a que las altas temperaturas incrementan el riesgo de muerte en los grupos vulnerables de la población.

Puede provocar hipertermia (aumento de la temperatura por encima de 38 °C) por fallo en los sistemas y mecanismos de eliminación de calor. Cuando el cuerpo se expone a calor extremo, lucha por mantener la temperatura en 36.5 °C-37 °C bombeando la sangre más cerca a la piel, pero las altas temperaturas y la humedad pueden bloquear estos mecanismos de enfriamiento. Si la temperatura interna el cuerpo supera los 40 °C, los órganos vitales pueden colapsar y llevar a la muerte. Algunos síntomas de un caso de urgencia relacionado con el calor son mareos, calambres musculares, piel pálida y húmeda, estado mental alterado, falta de respuesta, temperatura de la piel baja, debilidad y agotamiento. Existen tres padecimientos importantes causados por el calor, los calambres, agotamiento y la insolación. Los primeros son contracturas musculares que suelen localizarse en piernas y zona abdominal como resultado de la pérdida de líquidos y electrolitos a través del sudor; el agotamiento es el término que se utiliza cuando el sistema circulatorio no puede mantener su función normal debido a la deshidratación y sus síntomas son respiración rápida, sudoración excesiva, debilitamiento total del cuerpo y mareos. La insolación se produce cuando el cuerpo ya ha perdido la capacidad para regular la temperatura y puede detectarse cuando hay respiración profunda seguida de periodos de respiración superficial, pulso rápido y fuerte seguido de un pulso rápido y débil,

piel seca, caliente, pupilas dilatadas, pérdida de conciencia y contracciones musculares o crisis (Chapleau, 2007).

La organización Meteorológica Mundial estima que el número de muertes relacionadas con el se calor puede incrementar al doble en menos de 20 años. (Bhattacharya, 2003).A continuación se hace una relación sobre los efectos de las ondas de calor más intensas de la última década para la región Península de Yucatán. Datos obtenidos del archivo de noticias del periódico Excélsior.

Abril 4, 2000. *Mérida, Yuc.* Por quinto día consecutivo la temperatura en esta ciudad pasó de 40° para situarse hoy en 41° y provocar angustias y conatos de desmayo en plena zona urbana.

Marzo 18, 2004. A unos cuantos días de que inicie la temporada de primavera, ya se empiezan a registrar altas temperaturas y en algunos sitios del litoral del Pacífico mexicano y de la *Península de Yucatán*, ya superan los 30 grados.

Abril 14, 2007. *Yucatán* enfrenta una de las más intensas temporadas de calor de los últimos años, con temperaturas que rebasan los 42 grados. En abril de 1998 la temperatura fue de 43 grados. En Tabasco el calor superó en los últimos 2 días los 41 grados, en el municipio de Balancán..

Abril 16, 2007. En Guerrero, Oaxaca, Tabasco y *Yucatán*, se mantienen las temperaturas extremadamente calurosas, con valores de 41 grados. En Tamaulipas, Nayarit, Jalisco, Colima, San Luis Potosí. Michoacán, Morelos, Puebla, Veracruz, Chiapas, *Campeche* y *Quintana Roo*, son de 36 a 41 y de 30 a 35 grados En la última semana los municipios que registran las temperaturas más altas fueron: Jesús María, Nayarit, con 45 grados; La Calera, Guerrero, con 44 grados; Cazanate, Sonora, con 43.5 grados; Chapalagana, Nayarit, con 43 grados; San Pedro, Tabasco, con 42.5 grados y *Mérida, Yuc.* con 41.2 grados.

Abril 29, 2007. *Yucatán* reportó la temperatura de 42 grados en municipios del sur del estado. En la Ciudad de México, el termómetro marcó poco más de 40 grados a la sombra. En la zona conurbada de Veracruz-Boca del Río, fue de 40 grados.

Mayo 5, 2007. La ola de calor que se resiente en todo el país rompió récord ayer, pues los termómetros alcanzaron 45 grados en varias comunidades. En *Mérida, Yucatán*, 41.3 grados. En los municipios como Tecal, Peto y Tzucacab, 42.2 grados a la sombra; en Villa Hermosa, Tabasco, 40 grados; En Sonora 41 grados.

Julio 9, 2007. Una persona murió en *Quintana Roo* por el llamado golpe de calor, provocado por las altas temperaturas, con lo cual, en esta temporada., llegan a 4 el número de víctimas por esta causa. El primer caso tuvo lugar en Veracruz, otro más e Tabasco y el tercero en Sonora.

Julio 23, 2007. Se incrementó a 8 el número de muertos por las altas temperaturas. De marzo a la fecha, en Baja California, *Quintana Roo*, Tabasco y Veracruz una persona perdió la vida, mientras que en Sonora suman 4. Esta cifra es alta si se considera que en 2004 sólo se reportaron 3 defunciones por esta causa, aunque en 2005 y 2006 se disparó, cuando 28 y 31 personas perdieron la vida, respectivamente.

Julio 30, 2007. La Secretaría de Salud informó que durante la última semana se incrementó a 9 el número de muertes por las altas temperaturas que se registran en la mayor parte del país. En *Quintana Roo* 1, en Tabasco 1, en Veracruz 1, en Baja California 2, en Sonora 4, todas por el llamado golpe de calor.

Septiembre 3, 2007. La Secretaría de Salud informó que la temporada de calor ha dejado como resultado la muerte de 11 personas, por el llamado golpe de calor en 5 estados de la República Mexicana: 1 en *Quintana Roo*, 1 en Tabasco, 1 en Veracruz, 2 en Baja California y 6 en Sonora.

Octubre 15, 2007. De las 22 personas que han fallecido por las altas temperaturas en el país, del 22 de marzo al 11 de octubre del presente año, 17 han sido en Sonora, informó la Secretaría de Salud. El resto se dio en Baja California, con 2 y una en *Quintana Roo*, Tabasco y Veracruz. Todas han sido como causa del llamado golpe de calor.

Abril 10, 2008. Ante la intensa ola de calor que azota a gran parte del territorio nacional, la Secretaría de Educación de Tabasco restringió las clases de educación física, debido a que los termómetros han superado los 40 grados. En *Quintana Roo*, suspendieron actividades escolares ante la ola de calor, ya que las temperaturas oscilan entre 36 y 38 grados.

Abril 16, 2008. En *Mérida* los termómetros han alcanzado 42 grados, en el sur y poniente del estado. En Mérida se han mantenido entre 30 y 35 grados.

Abril 23, 2008. Las temperaturas máximas reportadas fueron 41 grados en Río Verde, S. L. P. y 40 en ciudades de *Campeche*, *Mérida* y Monterrey.

Mayo 15, 2008. En *Mérida* la temperatura llegó a 41.3 grados a la sombra, mientras que en municipios del sur de la entidad, como Ticúl y Peto, alcanzó los 45 grados.

Agosto 17, 2008. La Secretaría de Salud informó que debido a las altas temperaturas el número de fallecidos aumentó a 16. Fueron 10 en Sonora, 2 en Tamaulipas y una en cada una de las siguientes entidades, S.L.P., Sinaloa, Tabasco y *Yucatán*.

Junio 28, 2010. En *Quintana Roo* se notificó de un deceso por golpe de calor.

Marzo 28, 2011. En *Progreso, Yuc.* La temperatura fue de 41 grados. y en Tamuín, S. L. P., fue de 40.6 °C

Marzo 31, 2011. *Mérida, Yuc.* La temperatura fue de 41 grados.

Abril 1, 2011. **Valladolid, Yuc.** La temperatura fue de 39.7 °C y en Choix, Sin. fue de 39.1 grados.

Abril 2, 2011. Monclova, Coah. La temperatura es de 41.5, **Mérida y Campeche**, 39 grados, Tuxtla Gutiérrez y Cd. Victoria, 38 grados, Monterrey, 37. Cuernavaca, Mor. La capital morelense registró una temperatura de 36 grados. En la zona sur de la entidad, donde se localizan balnearios, se registró una temperatura por encima de los 40 grados.

En Quintana Roo se han registrado 6 decesos a lo largo de julio de 2007 y junio de 2010, en el estado de Yucatán se registro un deceso por golpe de calor en 2008, en cambio en Campeche, en esta década no registró ningún deceso relacionado con el calor, sin embargo el aumento de la temperatura es considerable, ya que se el ambiente se ha vuelto más extremo.

Tabla 4.1 Reporte de temperaturas máximas registradas en 2011 por la Comisión Federal de Electricidad (Boletín CFE).

Fecha	Lugar y Temperatura máxima registrada (°C)			
Mayo 25, 2011	Monclova, Coah. 44.3	Río Verde, S.L.P. 43.4	Mérida, Yuc. 41	-----
Mayo 26, 2011	PiedrasNegras,Coah. 43.5	Choix, Son. 42.9	Mérida, Yuc. 41.3	Monterrey, NL 40.6
Mayo 27, 2011	Hermosillo, Son. 43.5	Torreón, Coah. 42.2	Mérida, Yuc. 41.7	Tuxtla G.Chis. 40

4.1 Diagrama bioclimático

El confort se define como aquellas condiciones en las que la mente expresa satisfacción con el ambiente térmico. La humedad atmosférica juega un papel importante sobre el confort térmico, en cantidades elevadas impide o dificulta la transpiración del cuerpo humano y en niveles muy bajos propicia la sequedad de las mucosas, irritación de la piel y el cuero cabelludo. El cuerpo se enfría por medio de la evaporación del sudor, pero ésta se reduce cuando la humedad ambiente es elevada, por lo que una humedad alta con temperaturas elevadas producen una sensación de incomodidad (Jáuregui, 1971). Cuando se combinan temperatura y humedad elevadas se produce una sensación de humedad excesiva por el sudor, lo que reduce la disipación del calor por evaporación. Cuando la humedad es alta, la presión de vapor del ambiente se acerca a la de la piel húmeda y se reduce de manera importante la evaporación, por lo tanto, esta vía para eliminar el calor se encuentra esencialmente inhibida.

Los diversos índices térmicos para la evaluación del bioclima relacionan las respuestas psicológicas y fisiológicas con las condiciones ambientales. El índice de calor también se conoce como Temperatura Aparente, que es una combinación de la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa, a la que una persona típica “percibe lo mismo”. Es la temperatura ambiente ajustada con variaciones de humedad relativa sobre o bajo algún valor base, es decir, la medida de cuanto “calor se siente” o “percibe” una persona promedio en varias temperaturas y humedades relativas (Méndez, 2004) (Figura 4.2).

En base al mapa de Temperatura Efectiva de la Republica Mexica, Ernesto Jáuregui (1990) define a la Temperatura Efectiva (TE) como aquella sensación que se experimenta para una temperatura y humedad dadas. En la Península de Yucatán, en enero a las 6:00 hrs va de 24 °C en la porción Sureste de Quintana Roo, al centro 16 °C y en la porción sur en la frontera con Belice es de 20 °C a 22 °C. En la parte más cercana a Guatemala la temperatura efectiva es de 18 °C. En la porción noreste de la península es inferior a 18 °C y en el resto de la misma la temperatura efectiva es de 16 °C a 18 °C. A las 14:00hrs, en la porción central de la península la temperatura mayor de 26 °C se desplaza hacia al norte; al sur de Campeche se registran 24 °C y en la franja costera la es de 22 °C.

Al inicio de la época de calor, en el mes de abril a las 6:00hrs la TE máxima que se registra es de 24 °C en la porción norte de Quintana Roo, seguida por valores de 22 °C en Cabo Catoche. Para la parte central de la península, al suroeste en dirección hacia Campeche es de 20-22 °C y 18 °C a partir del centro y hacia el suroeste de Campeche. A las 14:00 hrs, el estado de Yucatán y la porción suroeste de Campeche y centro hacia Chetumal la TE oscila entre 26 °C y 28 °C. La temperatura mayor de 26 °C abarca la porción norte de Quintana Roo, una pequeña porción del este de Yucatán y la zona central de Campeche. En el sur de Campeche y la frontera de Quintana Roo con Belice disminuye a 24 °C.

En julio a las 6:00 hrs la porción centro registra una temperatura efectiva de menos de 20 °C, valores de 20 °C a 22 °C en Campeche, la porción oeste de Quintana Roo y sur de Yucatán y el resto de la península es superior a los 22 °C. En contraparte, Chetumal registra 26 °C. A las 14:00 hrs, toda la porción norte de la península registra más de 30 °C y el resto 28 °C. En la época fría del año la Península de Yucatán, tiene una sensación térmica fresca por las mañanas y en la tarde presenta un umbral superior al ambiente confortable. En la mitad caliente del año, la sensación va de zona neutra o ideal a tibia por las mañanas y en la tarde es caluroso y llega a calor extremo en algunas zonas.

El diagrama bioclimático (Fig. 4.1) muestra cómo es la relación de la temperatura máxima con la humedad relativa que en Mérida durante el periodo 1960-2011, los meses de abril mayo y junio son los más extremos, ya que se encuentran en un “ambiente imposible”, por el exceso de humedad y el aumento de temperatura al registrar 65, 67 y 76 (humedad relativa) y 39 °C, 40 °C, 38 °C, respectivamente. La sensación térmica es sofocante en todo el periodo, por lo que esta ciudad se encuentra muy alejada de la zona de confort que muestra el diagrama, lo que hace importante conocer qué repercusiones en la salud conlleva habitar un lugar tan cálido y sofocante.

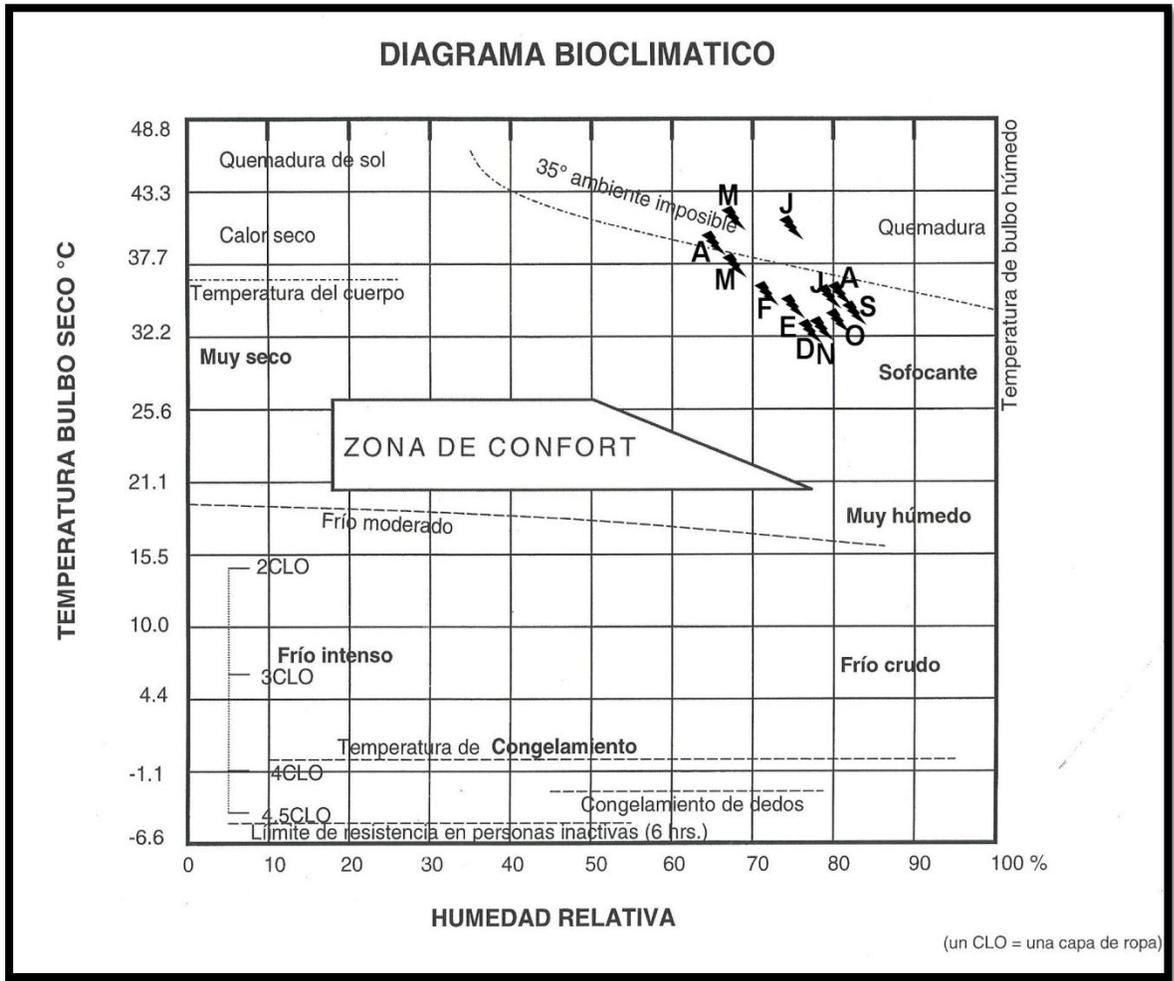


Figura 4.1 Diagrama bioclimático con datos del Observatorio Mérida (Yucatán).

Tabla 4.2 Temperatura y Humedad Relativa del Observatorio Mérida (Yucatán) en el periodo 1960-2011.

	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMP	34	36	39	39	40	38	37	36	36	35	34	33
HR	76	72	67	65	67	76	79	80	82	81	79	78

	Humedad Relativa (%)												
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
110	136												
108	130	137											
106	124	130	137										
104	119	124	131	137									
102	114	119	124	130	137								
100	109	114	118	124	129	136							
98	105	109	113	117	123	128	134						
96	101	104	108	112	116	121	126	132					
94	97	100	103	106	110	114	119	124	129	135			
92	94	96	99	101	105	108	112	116	121	126	131		
90	91	93	95	97	100	103	106	109	113	117	122	127	132
88	88	89	91	93	95	98	100	103	106	110	113	117	121
86	85	87	88	89	91	93	95	97	100	102	105	108	112
84	83	84	85	86	88	89	90	92	94	96	98	100	103
82	81	82	83	84	84	85	86	88	89	90	91	93	95
80	80	80	81	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87

Categoría	Índice de Calor	Posibles desórdenes de calor para personas en grupos de alto riesgo
Peligro Extremo	130°F ó superior	Golpe de Calor o probable insolación
Peligro	105°F a 129°F	Insolación, calambres musculares, y/o probable agotamiento por calor. Posible golpe de calor con prolongada exposición y/o activada física
Extrema Precaución	90°F a 105°F	Insolación, calambres musculares, y/o probable agotamiento por calor con prolongada exposición y/o activada física
Precaución	80°F a 90°F	Posible fatiga con prolongada exposición y/o actividad física

Figura 4.2 Tabla para calcular la Temperatura Aparente (Índice de calor).

4.2 Trabajo de Campo en Campeche y Mérida.

El trabajo de campo se realizó en las ciudades de Mérida y Campeche, donde el objetivo principal de la visita era conocer la percepción que tiene la población sobre el calor y si sabe cuáles son los riesgos que puede provocar a su salud.

El primer día se realizaron visitas a la clínica 56 del Instituto Mexicano del Seguro Social y la biblioteca de la Universidad de Yucatán, donde se buscó información relacionada con el calor y estudios de caso. El segundo día se realizó una visita al observatorio de Mérida (Yucatán), donde se realizan lecturas horarias de la temperatura, lluvia, humedad y dirección del viento, entre otros parámetros climáticos (Figura 4.3).



Figura 4.3 Fachada exterior del Observatorio Meteorológico de Mérida, Yucatán.

El observatorio cuenta con una hectárea, se encuentra al sureste de la ciudad, lleva más de 30 años de observación. Y su propósito es medir las características normales de un lugar. Es una superficie de pasto alejado de objetos y edificios, retirado de la zona urbana, no obstante el crecimiento urbano se ha extendido hacia los alrededores del observatorio lo que podría significar la modificación de los datos (Figura 4.4).

Dentro de las actividades que se llevan a cabo se pueden citar la medición de la altura de las nubes que están entre 600 y 1000 metros (cumulus humilis).y el registro de evaporación que se hace 8 a 8 y de 24 a 18 hrs. Se consideran también como factores modificadores de datos a los animales terrestres, abejas, mariposas, aves y mosquitos, entre otros.



Figura 4.4 Garita meteorológica e instrumentos para medir la precipitación y el viento.

Los datos de temperaturas extremas en registro van de los 3 °C en febrero a los 43 °C en abril y mayo. El observatorio cuenta también con un pluviómetro manual y otro digital, actualmente descompuesto. Durante la visita a la Secretaría de Salud de Yucatán (Figura 4.5) y se llevó a cabo la aplicación de encuestas a la población que se encontraba en la plaza central de Mérida, donde la mayoría de las personas estuvo dispuesta a participar con sus respuestas.



Figura 4.5 Fachada principal de la Secretaría de Salud, Mérida Yucatán

Es importante destacar que la población de esta entidad se ha adaptado a un estilo de vida donde el calor tiene influencia sobre la arquitectura de las viviendas, tienen techos muy altos y ventanas amplias que permiten la mejor circulación del aire. Incluso colocan soportes especiales para las hamacas que habitualmente utiliza la población para dormir. (Fig.4.6)

Actualmente las viviendas que construye la seguridad social ya no respetan esa arquitectura especializada contra el calor, es decir, los techos altos y la amplitud de las estancias. En la periferia de las ciudades se construyen complejos habitacionales que albergarán a muchas familias en espacios reducidos, cuya arquitectura es de tipo departamental y diseño similar, tanto en el estado de Yucatán como en Campeche y todo el país. (Fig. 4.7).



Figura 4.6 soporte de pared para hamacas.



Figura 4.7 Complejos habitacionales vistos desde la periferia de la ciudad de Campeche.

La siguiente etapa del trabajo de campo se realizó en el estado de Campeche, donde se visitó la Secretaría de Salud (Figura 4.8), para solicitar información referente a los casos atendidos por insolación y deshidratación como consecuencia del calor extremo y las campañas que se programan durante el año para mantener a la población alerta. Se realizaron encuestas en

los alrededores del centro de la ciudad y en la plaza central, cuya información se desglosa a mayor detalle en el siguiente apartado.



Figura 4.8 Edificio de la Secretaría de Salud del estado de Campeche

4.3 Resultados de las encuestas

Se realizó trabajo de campo en Mérida, (Yucatán) y Campeche, (Campeche), donde se hizo el levantamiento de 53 encuestas en personas de los distintos grupos de edad, para conocer cuál es la percepción del calor en estos lugares (Figura 4.9). Por falta de recursos no se pudieron levantar encuestas en el estado de Quintana Roo. En los resultados se obtuvo que el 35.5% de los encuestados no conoce los daños a la salud ocasionados por la exposición prolongada al sol o el calor extremo, situación preocupante porque un considerable número de personas está propenso a sufrir un golpe de calor. El 35.5% relaciona el calor extremo con deshidratación y

enfermedades diarreicas, el resto lo asocia con algún tipo de cáncer (13%), daños en la piel (7%) y trastornos de la presión arterial (6%). Casi la mitad desconoce qué es un golpe de calor, esto equivale al 46.6% lo cual es muy alarmante ya que no se informa a la población sobre este padecimiento que puede causar daños cerebrales. Sin embargo, aunque el 53.3% de la población conoce el término pero la definición que tienen no es la más acertada, principalmente porque al golpe de calor lo consideran cuando la temperatura aumenta como una condición del ambiente y no del organismo.

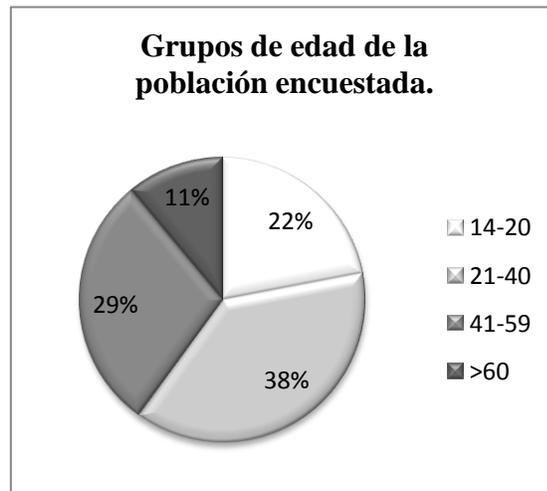
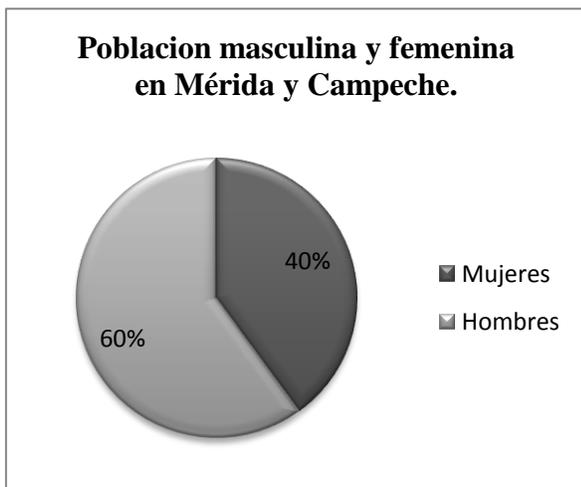


Figura 4.9 Representación gráfica circular del porcentaje de la población según el género en Mérida y Campeche.

Figura 4.10 Representación gráfica de los grupos de edad de la población encuestada.

Según los resultados de la encuesta, hay muchas formas básicas para evitar el calor extremo, la más común es mantenerse bien hidratado, respuesta obtenida del 51.1% de los encuestados. El 24% considera importante no exponerse al sol, así como no salir a la calle e incluso tomar varios baños al día mientras el resto de la población realiza tareas distintas como lavar la casa y otras actividades para no sentir calor. La ingesta diaria de agua se distribuye de la siguiente manera: 46.6% toma dos litros de agua al día, 26.6% alrededor de 1 litro de agua, cabe destacar que el mayor porcentaje de esta población está distribuida en Campeche, y el resto de la población encuestada (22.2%) toma más de 3 litros al día. El 37.7% tiene niños, por lo que se tienen algunos cuidados especiales para aminorar el efecto del calor como mantenerlos frescos,

bañarlos e hidratarlos constantemente, tenerlos a la sombra y evitar tenerlos en lugares pequeños sin ventilación y enseñarles una correcta higiene para evitar otras enfermedades.

La sensación de calor durante el día y la noche son distintos, porque aunque el cuerpo en la noche no esté en movimiento continuo también genera calor por lo que 12% de los encuestados acostumbra ducharse dos veces al día para mantenerse frescos, el 11% utiliza ropa cómoda y ligera de algodón para dejar transpirar al cuerpo, y el 17% se hidrata durante el día para mantenerse fresco durante la noche, el 25% restante acostumbra realizar diferentes actividades para aminorar el calor nocturno como prender el ventilador, abrir las ventanas para que entre aire y en algunos casos mantenerlas cerradas para que “no se meta el calor”. El 71% de la población coincide en que la hora en que se siente más calor es después del medio día, es decir entre las 12 y las 15 horas; el 15.5% lo resiente más entre las 3 y 6 de la tarde y sólo el 4% lo padece durante la noche. El 53% de las viviendas están construidas con cemento y el 42% de tabique o mampostería.

Entre los malestares más comunes que padece la población con el calor extremo está el dolor de cabeza (35.5%), le sigue el cansancio y la sudoración excesiva (9%) y el 13% restante tiene diferentes molestias como tos, gripe y alteraciones en el estado de ánimo. Es muy interesante saber que sólo el 20% de los encuestados ha presenciado algún caso de insolación o golpe de calor, para los cuales se aplican diferentes tratamientos, el principal es quitar al paciente de la fuente de calor y como segunda opción administrar líquidos y algún fármaco como paracetamol, aunque es más común trasladar a los pacientes a la Unidad Médica. El resto de la población, no ha presenciado ningún caso.

Del total de los encuestados, 60% fueron hombres y 40% mujeres (Figura 4.10), los rangos de edad están divididos de la siguiente forma: de 14 a 20 años el 22%, de 21 a 40 años el 38%, de 41 a 59 años el 29% y sólo el 11% fue de la población con más de 60 años de edad (adultos mayores).

La población total en Mérida, Yucatán, es de 830,732 habitantes, de los cuales 401 340 son hombres y 429 392 son mujeres (INEGI, 2010). El porcentaje de individuos entre los 15 y

29 años de edad es del 27%, representando 27.8 % en hombres y 26.3% en mujeres. La edad media representa el 29% de la población, en hombres 28% y mujeres 30%, y las personas con más de 60 años representan el 10.7% de la población, en hombres 9.7% y en mujeres 11.7%. En la encuesta realizada en el trabajo de campo se tomó como población total 22 personas, de las cuales 14 eran hombres y 8 mujeres. El porcentaje de la población de 15 a 29 años corresponde al 31.8%, 55% en hombres y 25% en mujeres y la edad media representa el 50%, 37% en hombres y 75% en mujeres, la población adulta mayor de 60 años representa el 18.8%, en hombres el 28.5%.

Para el estado de Campeche, la población total de la ciudad homónima es de 259 005 de habitantes, 125 561 hombres y 133 44 mujeres. La población joven de 15 a 29 años tiene un valor de 27.4%, en los hombres es el 27.6% y en mujeres el 27.2. La edad media representa el 28%, en hombres el 27% y en mujeres el 28%. Los adultos mayores tan solo representan el 9.3%, en hombres 8.8% y en mujeres el 9.7%.

Según los datos arrojados en la ciudad de Mérida, la población total encuestada fue de 23 personas, 13 hombres y 10 mujeres. La edad joven de 15 a 29 años representó el 63% de las encuestas, el 61.5% para hombres y 70% para mujeres. La edad media tuvo un valor de 30%, en hombres y en mujeres Los adultos mayores fueron minoría, al obtener el 4%, de los cuales los hombres representaron 7.7%.

Universidad Nacional Autónoma de México

Colegio de geografía

Encuesta: Climatología de las ondas cálidas en la península de Yucatán y sus efectos en la salud

Objetivos: levantamiento de datos en campo sobre la percepción de calor

¿Sabe que daños a la salud causa el calor extremo?

¿Sabe que es un golpe de calor?

¿Cuáles son las medidas básicas que toma para evitar un golpe de calor?

¿Cuántos litros o vasos de agua toma al día?

¿Utiliza cuidados especiales para aminorar el efecto del calor en niños y ancianos?

¿Tiene enfermos en casa? ¿Qué cuidados tiene con ellos?

¿Qué hace para mantenerse fresco durante el día y durante la noche? ¿Utiliza colchón o hamaca para dormir? ¿Cuenta con algún sistema de ventilación, aire acondicionado, enfriador, en su vivienda o área de trabajo?

¿Cuándo considera que el calor no le permita realizar sus actividades diarias?

¿Qué malestares padece con el calor extremo?

¿Ha presenciado un cuadro de deshidratación o insolación? ¿Qué fue lo que vio?

¿De qué materiales está construida su casa? Lamina_ concreto_ tabique_ otros_

¿Cuánto tiene viviendo aquí?

Sexo _____ Edad: 14-20 _____ 21-40 _____ 41-60 _____ más de 60 _____

4.4 Principales enfermedades relacionadas con las temperaturas extremas.

El impacto del calor en la salud pública en un tiempo dado no solamente depende de las condiciones climáticas del momento, sino también de las condiciones previas. Esta verdad se manifiesta en el hecho de que hay un retraso entre el inicio de la ola de calor y la aparición de los efectos adversos sobre la salud pública. Usualmente se requieren altas temperaturas durante varios días seguidos para que se ocasione un incremento notorio en la mortalidad pues las oleadas que duran menos de 1 semana presentan pocas muertes. La aclimatación de los individuos al calor es un fenómeno que ha sido bien documentado, las poblaciones parecen aclimatarse al calor en el transcurso del verano, entonces, las oleadas de calor en el hemisferio norte que ocurren en agosto y septiembre son mucho menos letales que aquellas que se presentan en junio y julio (Noji, 2000).

En la temporada más caliente del año los problemas digestivos son frecuentes afectan a personas de cualquier edad y se relacionan con el consumo de los alimentos. Si el proceso digestivo se altera por enfermedades intestinales es común que haya síntomas como dolor y diarrea (Pequeña Guía del Cuerpo Humano, 2001). Se tomaron datos semanales del año 2010 de enfermedades intestinales para los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán de los boletines “Epidemiología” que genera la Secretaria de Salud y que pone a disposición por medio de la página web. Esta información se capturó en hoja de Excel, a continuación se separaron los datos diarios de este año, y se calculó el promedio semanal para comparar con el valor de temperaturas máximas de cada lugar, se elaboraron gráficas cada cuatro semanas para conocer la tendencia de las enfermedades y su relación con la temperatura.

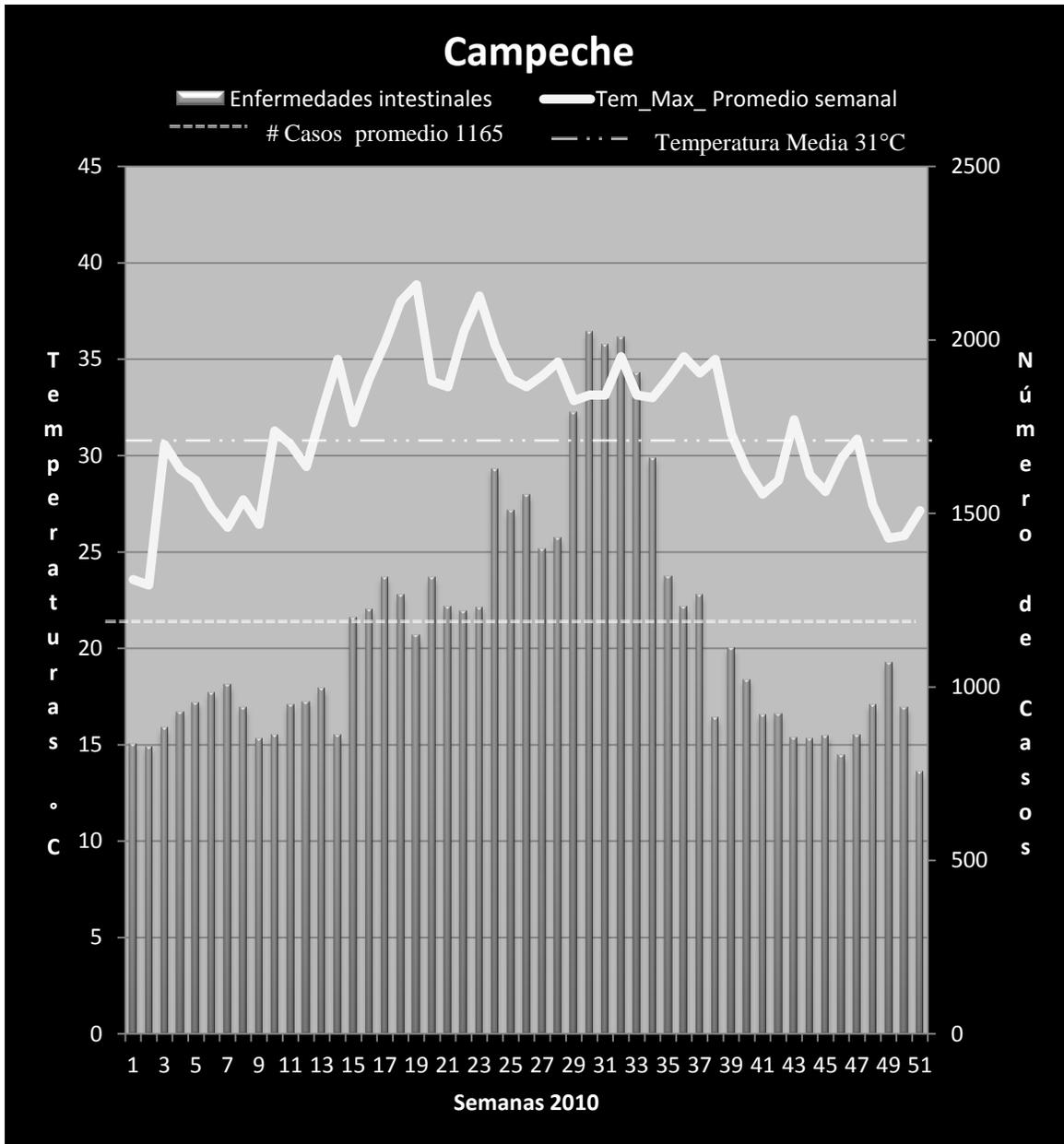
En el estado de Campeche (Grafico 4.1) se registraron 1165 casos en promedio semanal durante el año 2010, registrándose en las primeras tres semanas la temperatura más baja que fue de 23 °C. El avance de la temperatura y el número de casos registrados tiene un ligero aumento después de la tercer semana y disminuyen entre la séptima y la novena semana para después estabilizarse a lo largo del año. De hecho, la enfermedad se presenta algunas semanas después del aumento de la temperatura, por ejemplo, para la semana 19 se alcanza la temperatura máxima de 39 °C lo que se refleja en la semana siguiente con el aumento de casos de estas

enfermedades; para las semanas 30 y 32 que corresponden a los meses de julio y agosto se registra el mayor número de casos con 2020 y 2007, respectivamente. Para finales del año, en la semana 39 y hasta la 49, los casos disminuyen significativamente hasta llegar a registrarse 800 para el mes de noviembre. En resumen, se presentan más casos durante el período más cálido, de la semana 25 a la 37 cuando están por encima del promedio, mientras que de la semana 14 a la 31 la temperatura se mantuvo por encima de la media de 31 °C.

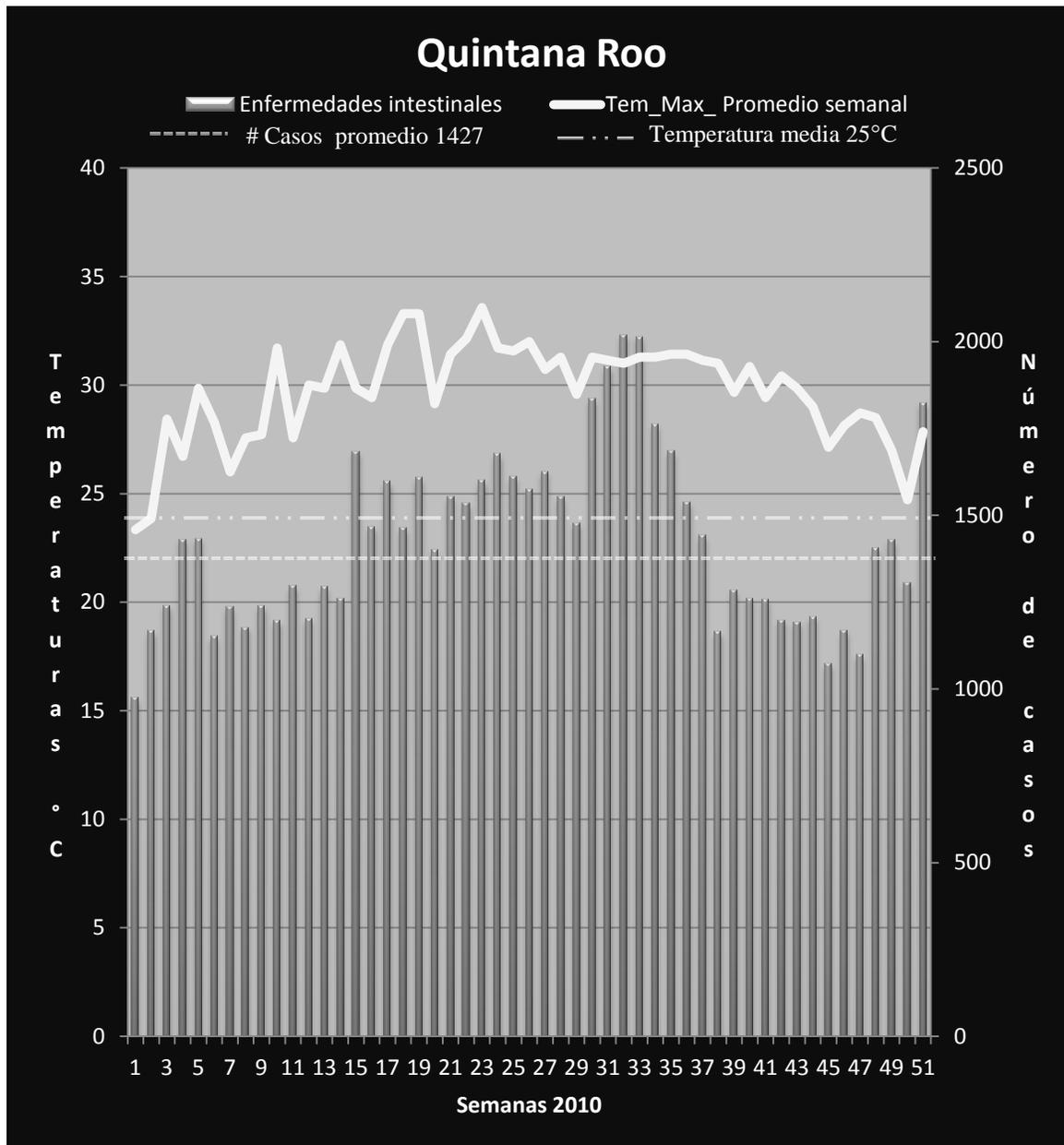
En el estado de Quintana Roo (Grafico 4.2) la temperatura mínima registrada de ese año fue de 23 °C en la primera semana, observándose que en las primeras siete semanas la temperatura y los casos de enfermedades va muy pareja. Quintana Roo es más frío comparado con Campeche, donde la temperatura máxima registrada fue de 34 °C para la semana 23, no obstante también el número de casos aumenta a 1676. En el periodo de las semanas 29 a la 34, el número de casos incrementa considerablemente hasta llegar a 2018, destacando que en este periodo de tiempo y en esta zona la temperatura se mantuvo constante durante el intervalo entre las semanas 30 a 38. Aunque la tendencia en los demás estados es que la temperatura disminuya un poco, aquí se mantuvo constante independientemente de que el número de casos fue al aumento. A partir de la semana 38 y hasta la 51 el número de casos disminuyo significativamente la descender la temperatura, sin embargo, después de este periodo tanto la temperatura como el número de casos tuvo un pequeño repunte. De hecho, la temperatura se mantuvo todo el año por encima de la media de 25 °C; así, de la semana 15 a la 35 el número de casos se mantuvo por encima del promedio de 1427, manteniéndose por debajo de este promedio en la mitad fría del año.

En el estado de Yucatán (Grafico 4.3), durante las primeras 5 semanas la temperatura y la incidencia de enfermedades intestinales aumentan, aunque la mínima registrada fue de 24.4 °C en la segunda semana de enero., El periodo de la semana 9 a la 19 (marzo a mayo), el número de casos disminuye a pesar de que la temperatura es más alta, se registran 39 °C en el mes de mayo; no obstante, junio es el mes con más casos registrando 4 290 en la semana 24, posiblemente debido al aumento de la temperatura en el mes anterior, lo que tiene una duración de un par de semanas, para disminuir paralelamente. El resto del año disminuyeron los casos registrados, aunque la temperatura no disminuye tan drásticamente. El aumento de casos está

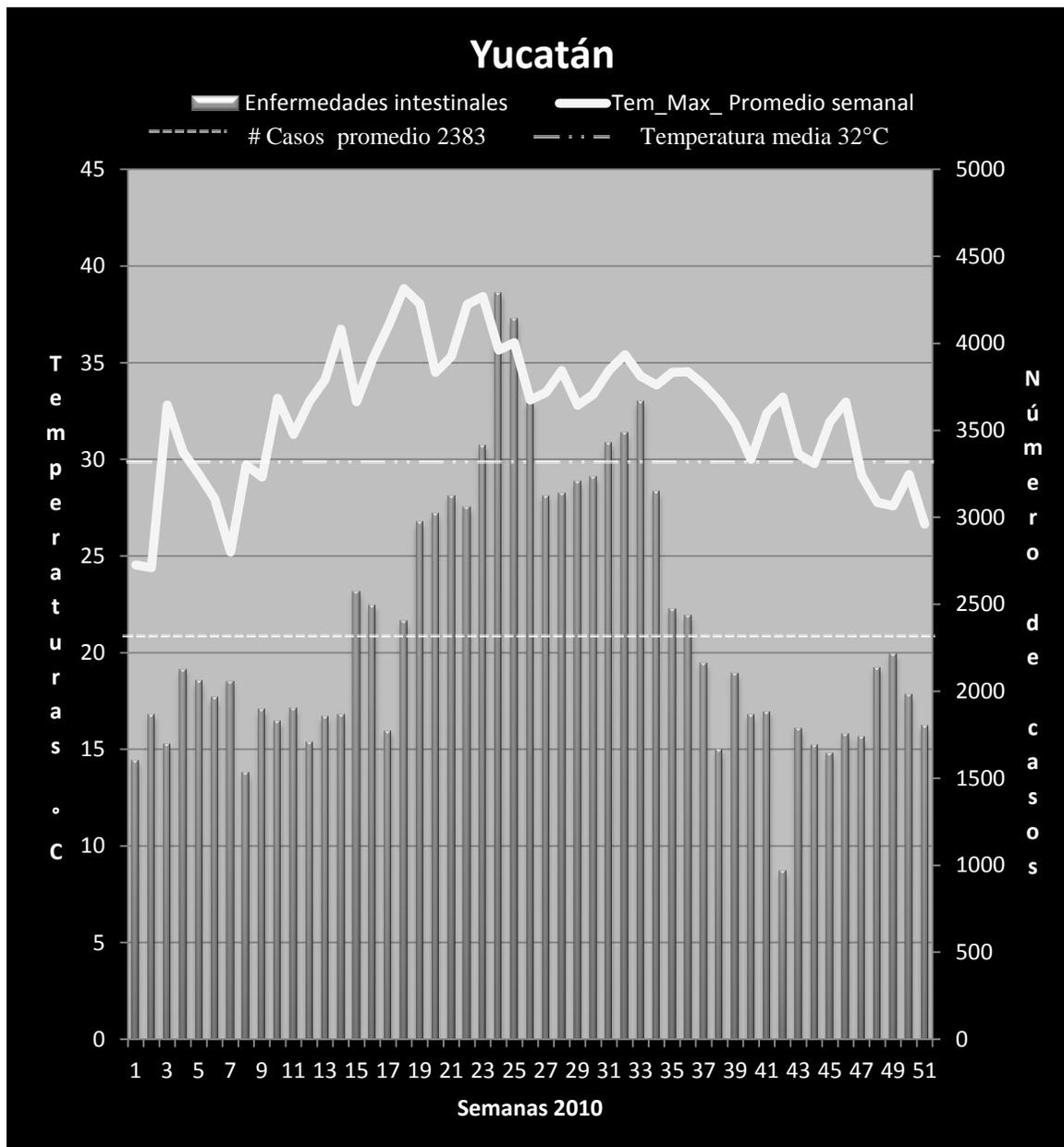
relacionado con el incremento en la temperatura en el periodo de la semana 14 a la 23, aunque tres semanas después las enfermedades intestinales prevalecen sobre el promedio (2 383 casos) y la temperatura se mantiene por encima de la media de 32 °C de la semana 10 a la 36. A continuación se muestran los gráficos que comparan la presencia de ondas cálidas y la incidencia de enfermedades intestinales durante 2010.



Gráfica 4.1 Comparación entre las temperaturas máximas semanales y el número de casos de enfermedades intestinales en el estado de Campeche en el año 2010.



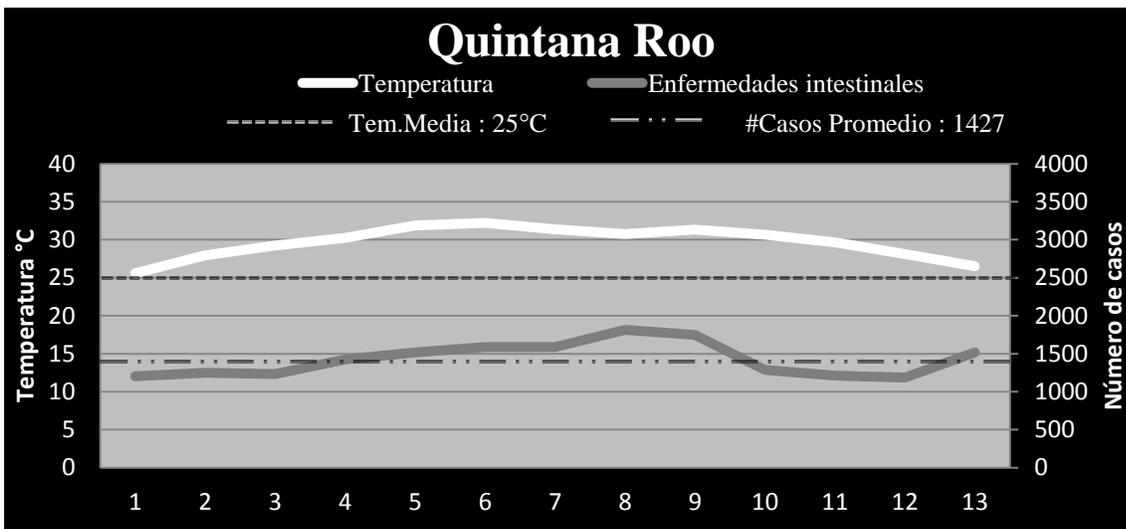
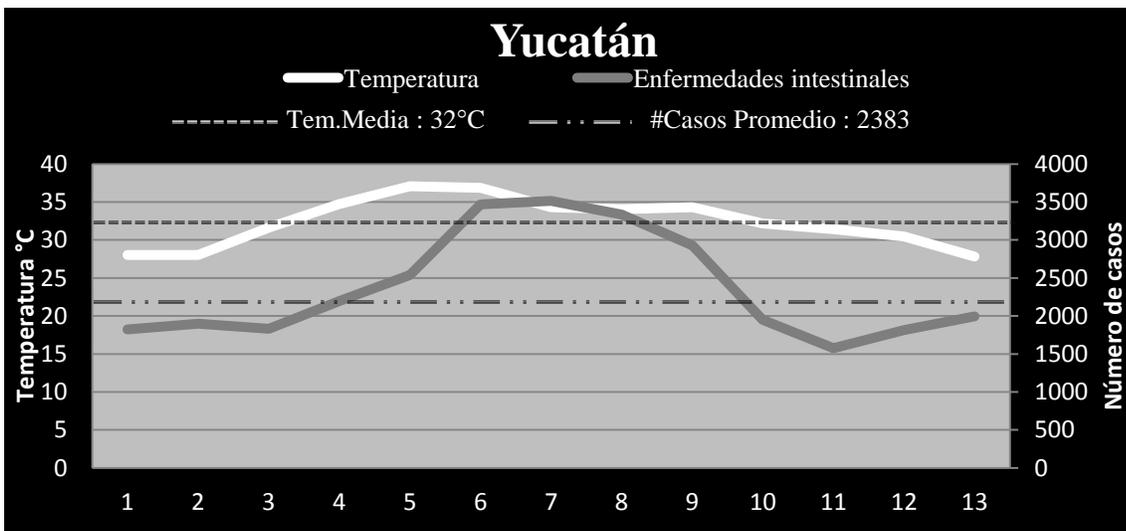
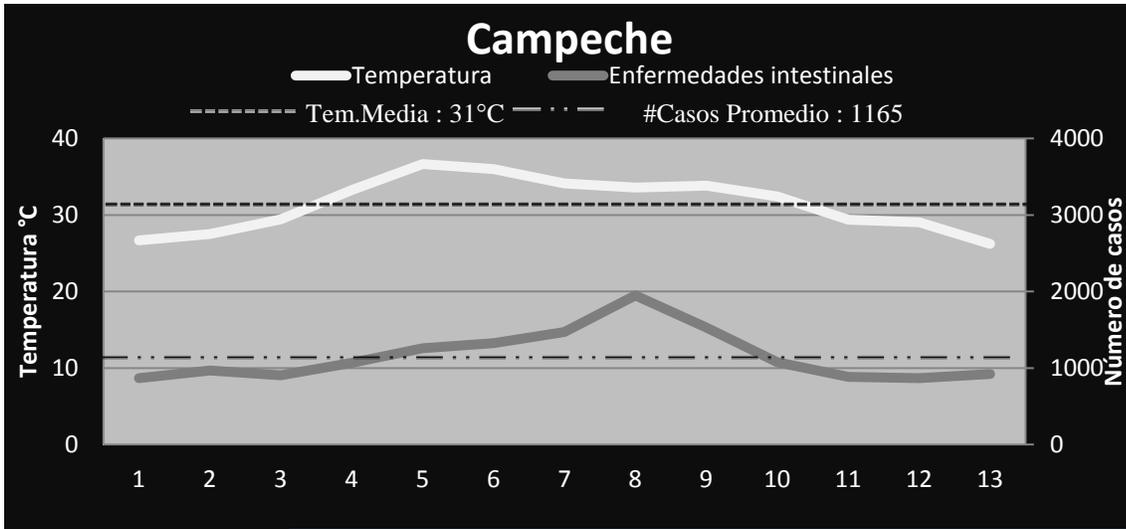
Gráfica 4.2 Comparación de las temperaturas máximas semanales, y el número de casos de enfermedades intestinales en el estado de Quintana Roo en el año 2010.



4.3 Comparación de las temperaturas máximas semanales, y el número de casos de enfermedades intestinales en el estado de Yucatán en el año 2010.

Es conveniente resaltar que en esta región, en el mes de enero, se presenta un aumento de 8°C en la temperatura después de haber registrado la mínima de todo el año, recordando que ésta se ve influenciada por diversos factores como algunos sistemas de tiempo, en invierno los frentes fríos o “nortes”. En el estado de Campeche la oscilación térmica anual es de 16 °C, así como en Quintana Roo de 11 °C y en Yucatán de 15 °C, muy elevadas para una zona como la Península de Yucatán. En el mes de junio de ese año, el Huracán “Alex” categoría 1 en la escala Saphir-Simpson, afectó con lluvias moderadas a fuertes y algunas lluvias intensas en la Península de Yucatán. En el mes de Septiembre, el Huracán “Karl” categoría 3 provocó lluvias de moderadas a ligeras en toda la región. En octubre, el Huracán “Paula” del mar Caribe se localizó aproximadamente a 310 km al este de Chetumal, Q.Roo, se desplazó al noroeste a 17 km/h con vientos máximos sostenidos cerca de su centro de 120Km/h y rachas de 150km/h. Su amplia circulación ocasionó lluvias de fuertes a intensas en el oriente de Quintana Roo y algunas lluvias torrenciales al noreste del mismo estado. En Campeche y Yucatán se registraron lluvias de ligeras a moderadas mientras que en el resto de Quintana Roo soplaron vientos del este y noreste de 40 a 60 km/h con rachas y oleaje alto en la zona costera.

En la gráfica 4.4 se presenta el registro de cada cuatro semanas con los datos de casos y temperatura, donde se observa en el estado de Campeche la temperatura va en aumento a partir del primer periodo y hasta el séptimo, donde se reflejan los casos por el aumento de la temperatura, a partir del octavo periodo tanto la temperatura como el número de casos disminuyen. En Quintana Roo, la temperatura siempre se encuentra por arriba de la media de 35 °C, del periodo 5 al 7 aumenta ligeramente, lo que se refleja en el periodo 8 y 9 con el número de casos registrados, después de este punto la temperatura y el número de casos disminuyen, a partir del punto 13 en donde aumentan ligeramente. En el estado de Yucatán la temperatura aumenta del punto dos hasta el punto seis, así mismo las enfermedades intestinales aumentan del punto 3 al punto 7, con mayor prevalencia durante el periodo 6 al 8, de donde se infiere que el aumento de la temperatura tiene repercusiones sobre las enfermedades intestinales, lo que no es inmediato si no que tiene desfase de 3 a 4 semanas.



Gráfica 4.4 Comparación gráfica por periodos de cuatro semanas de temperaturas máximas y enfermedades intestinales semanales, de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

4.5 Efectos del calor en la salud (deshidratación e insolación)

Aunque las enfermedades infecciosas y parasitarias no son provocadas directamente por el calor, aumenta su proliferación por éste, principalmente en dos grupos vulnerables, los niños y los ancianos. Dentro de los factores que originan urgencias relacionadas con el calor se encuentran el medio ambiente y el nivel de actividad. La insolación y la deshidratación pueden prevenirse con la ingesta de agua, alimentación adecuada y exposición moderada al sol, sobre todo en esta zona donde prevalece el estado del tiempo caluroso la mayor parte del año. El golpe de calor es uno de los problemas de salud más comunes en ambientes cálidos, este ocurre cuando la transpiración y las respuestas vasomotora, hemodinámica y adaptativa del organismo son insuficientes para evitar una elevación importante en la temperatura corporal central (Noji, 2000).

4.5.1 Insolación.

La insolación se define como un trastorno potencialmente mortal relacionado con el calor y secundario a una temperatura corporal excesiva (Champleau, 2007) y se produce cuando el cuerpo pierde la capacidad de enfriarse, lo que provoca hipertermia y muy probablemente lesión cerebral. Normalmente, el cuerpo trata de mantener una temperatura de 36.5 °C, pero si esta aumenta, el cuerpo utiliza sistemas de termorregulación para eliminar el exceso de calor. Cuando la temperatura del aire es más fría que la del cuerpo, se elimina el calor a través de la piel. La evaporación se produce con mayor lentitud cuando el aire tiene mayor contenido de humedad, por lo tanto, cuanto mayor sea la humedad del aire, menor es la capacidad de refrigeración del cuerpo. Como consecuencia, la exposición prolongada al calor puede provocar insolación. En la Península de Yucatán, la exposición al calor natural excesivo provoca insolación, lo que eleva las estadísticas de mortalidad por esta causa que sirven para conocer cuáles son los grupos más vulnerables, así como los años con más incidencia de casos en el periodo 1998-2010.

En las Gráficas 4.5 y 4.6 se muestran los resultados por grupos de edad y género en relación con el número de casos diagnosticados de insolación en el periodo 1998-2010. Para los

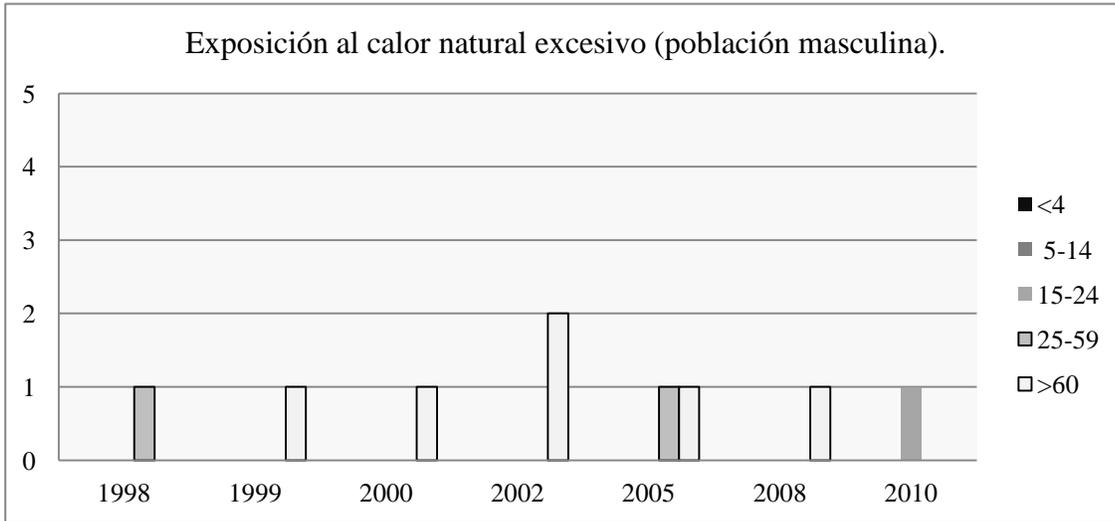
hombres, a partir de 1999 y hasta 2008 se registró por los menos un deceso cada año, salvo en 2002 que se presentaron dos fallecimientos en personas mayores de 60 años. En 1998 y 2005 se certificó un deceso cada año en jóvenes entre 25 y 59 años. En 2010 se notificó un deceso en el grupo de edad 15-24 años. En caso de las mujeres, sólo se confirmó el deceso de una persona mayor a 60 años en el mismo año. La exposición al calor excesivo, insolación, provoca menos decesos que la deshidratación, debido a que los habitantes de la Península de Yucatán saben lo peligroso que es la sobre exposición al calor y a que adoptan medidas preventivas oportunamente.

4.5.2 Deshidratación (Depleción del Volumen).

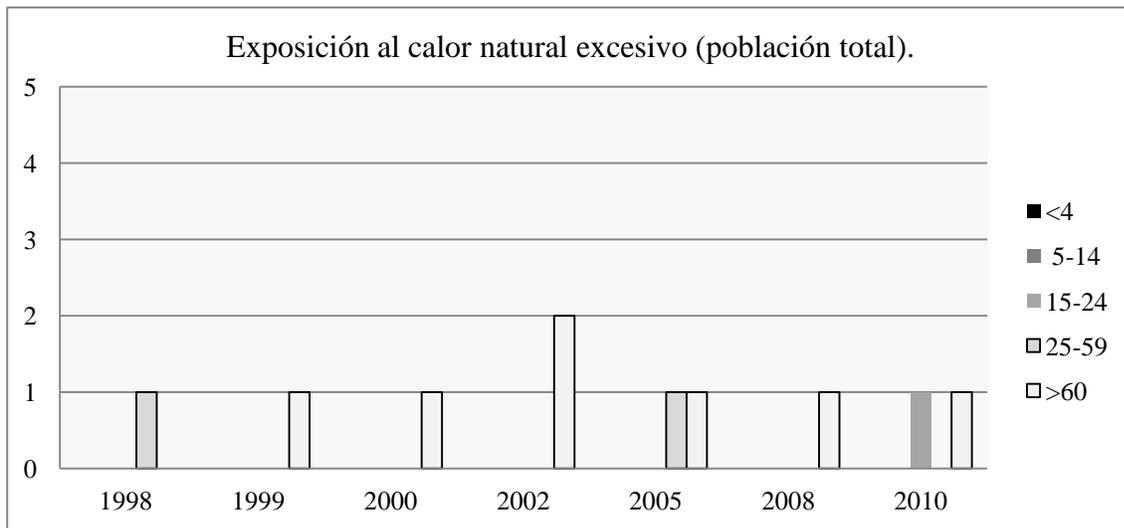
La Secretaría de Salud define a la deshidratación como la Depleción del Volumen a consecuencia de la pérdida de sal del organismo a través de la eliminación exagerada de líquidos corporales por transpiración, diarrea, vomito o micción sin la correspondiente reposición. Los grupos de edad más vulnerables, tanto en hombres como en mujeres son los adultos mayores (>60 años), presentándose 10 decesos en varones; otro grupo vulnerable, los niños menores de 4 años en 1999-2002, 2005, 2007-2009 tuvieron un deceso por cada año. Los jóvenes de 25 a 59 años de edad, registraron dos decesos en 2003 y uno en 2005 y 2006. En las gráficas 4.7 - 4.9 se muestra la mortalidad por deshidratación en relación al género en el estado de Yucatán durante el periodo 1998-2010, con datos proporcionados por la Secretaría de salud (SSY).

Las mujeres mayores de 60 años son el grupo de edad con más decesos registrados durante este periodo, en 2010 se notificaron 7 muertes por deshidratación. Las jóvenes en 2000, 2003 y 2006 presentaron un deceso por año, mientras que el grupo de edad menos vulnerable de 5-14 años presentó un deceso en el año 2000. En niñas menores a 4 años, en 1999, 2002, 2004 y 2006 se certificó un deceso por cada año.

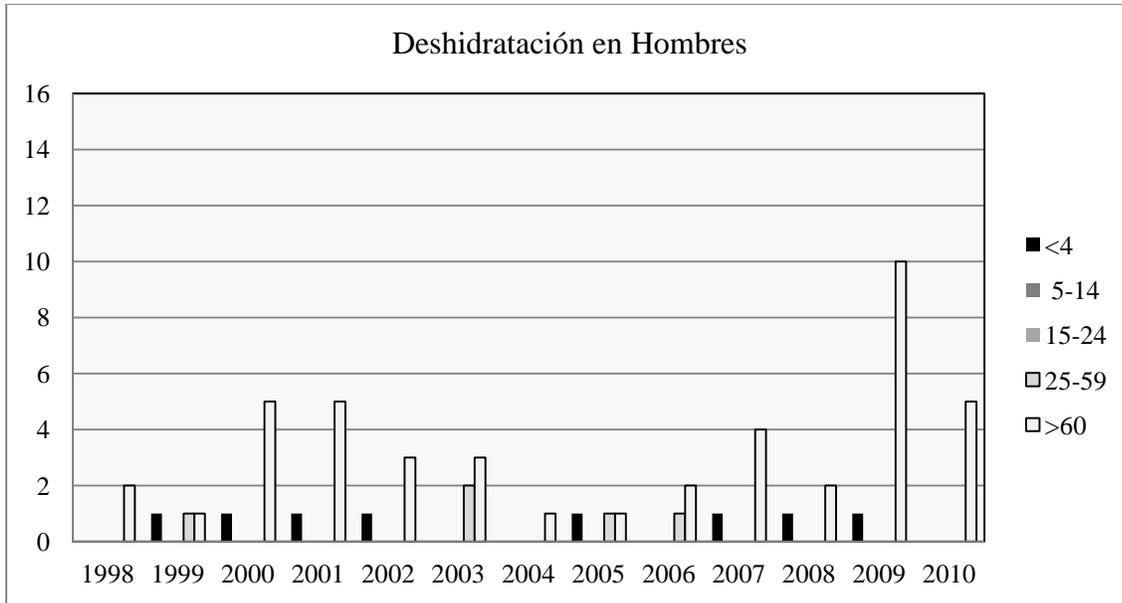
En resumen, los adultos mayores, durante el periodo de 1998 a 2010 presentaron por lo menos tres decesos y hasta 16 en 2009. En los infantes menores de 4 años, se registró al menos un deceso en los periodos de 1999-2002 y 2004-2009. Los jóvenes a pesar de ser los menos vulnerables tuvieron 3 decesos en 2003, uno en 2000 y 2005, y dos en 2006.



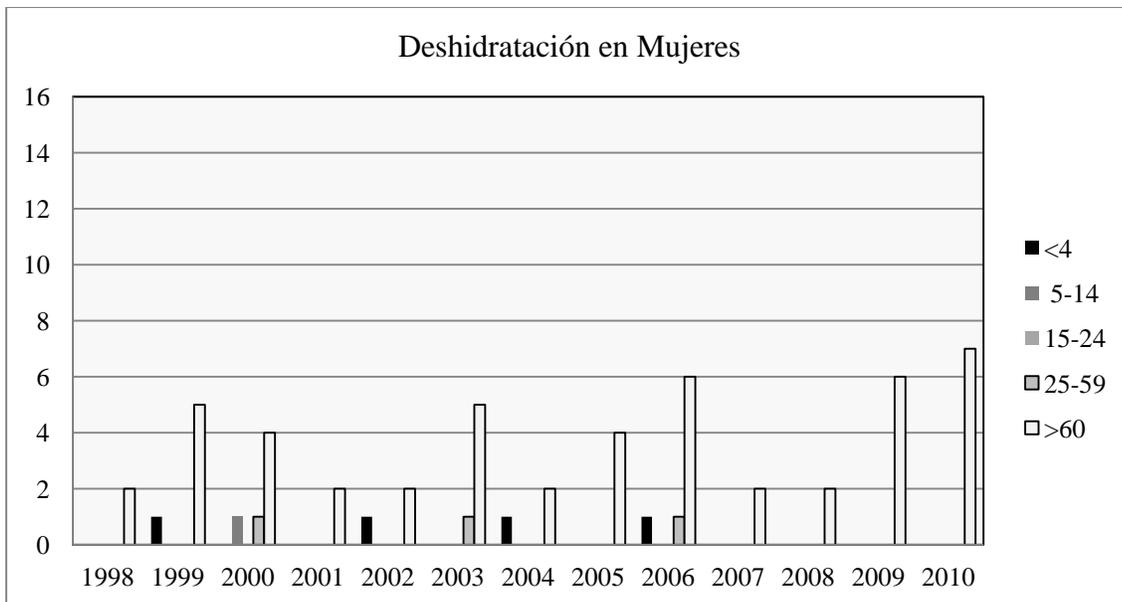
Gráfica 4.5 Representación gráfica de la mortalidad masculina por exposición al calor excesivo (insolación) en el periodo 1998-2010.



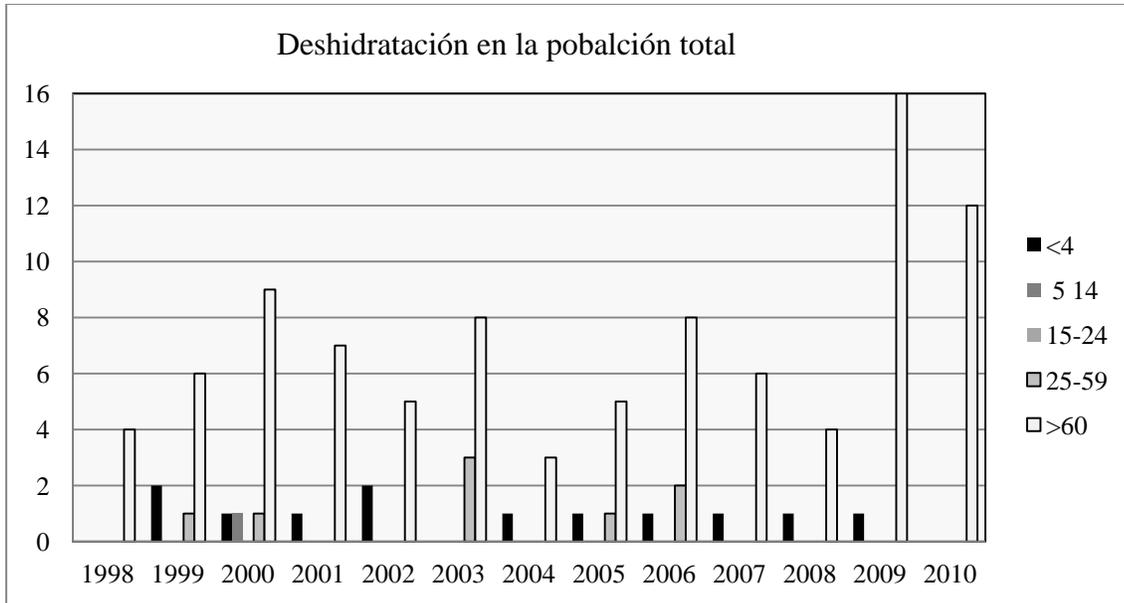
Gráfica 4.6 Representación gráfica de la mortalidad total por exposición al calor excesivo (insolación) en el periodo 1998-2010.



Gráfica 4.7 Representación grafica de la mortalidad en hombres por depleción del volumen en el periodo 1998-2010.



Gráfica 4.8 Representación grafica de la mortalidad en mujeres por depleción del volumen en el periodo 1998-2010.



Gráfica 4.9 Representación grafica de la mortalidad total por depleción del volumen en el periodo 1998-2010.

4.6 Mortalidad por Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA's) en el estado de Yucatán durante el periodo 2000-2010.

La diarrea es un mecanismo de defensa del organismo ante un agente agresor, la mayoría de las veces infeccioso, caracterizada por evacuaciones líquidas o disminuidas en consistencia, en número mayor de 3 en 24 horas, es decir, diferente al patrón habitual de defecación. Sin embargo, las evacuaciones líquidas en número de cinco a siete en un niño de una semana a dos meses de edad que está siendo alimentado al pecho materno, no se consideran como diarrea (Secretaria de Salud).

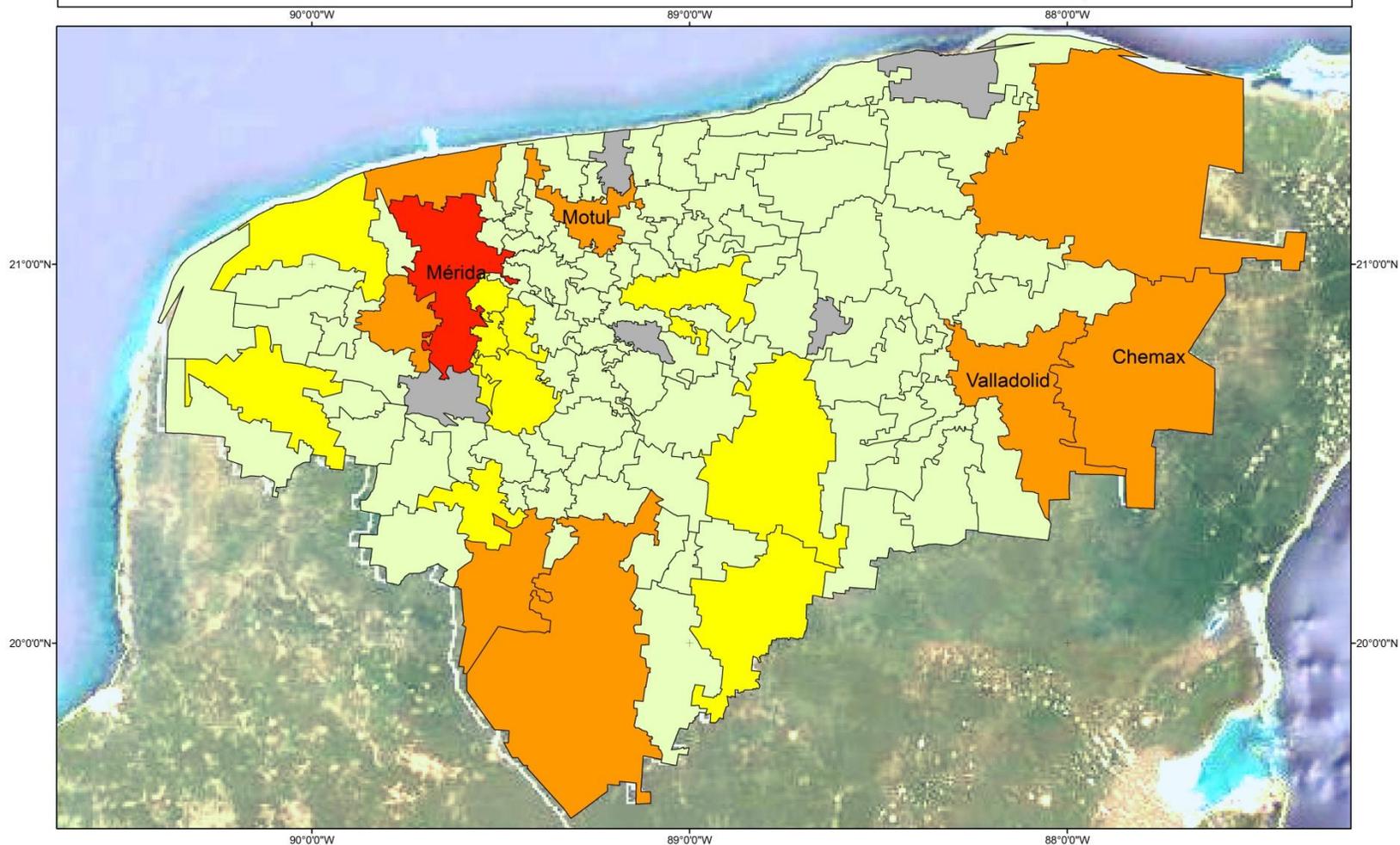
Los datos sobre decesos por enfermedades diarreicas agudas en el estado de Yucatán se muestran en la tabla 4.3 y fueron proporcionados por la Secretaria de Salud del estado. De 2000 a 2010, el municipio Mérida tiene el mayor número con un total de 356. El año con mayor cantidad de decesos fue el 2000 con 52 fallecimientos. Le sigue Motúl con 50 muertes con predominio en el 2009. Chemax registró, la misma cantidad que Motúl con más casos en el

2007. Finalmente Valladolid confirmó 46 decesos por donde el 2004 y 2005 fueron los más afectados al registrar 6.

Tabla 4.3 Mortalidad por Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA'S) en el estado de Yucatán por municipios en el periodo 2000-2010. Fuente: Secretaría de Salud del estado de Yucatán.

MUNICIPIOS	AÑOS											TOTAL
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
050 MERIDA	52	41	32	37	20	26	30	29	25	28	36	356
052 MOTUL	4	3	4	6	3	3	3	3	2	10	9	50
019 CHEMAX	5	1	5	4	3	7	4	9	4	6	2	50
102 VALLADOLID	4	1	5	3	6	6	5	4	4	5	3	46

MORTALIDAD POR ENFERMEDADES DIARREICAS AGUDAS, 2000-2010



Simbología

Decesos por EDA'S (Enfermedades Diarreicas Agudas)

- NO REPORTA DEFUNCIONES
- 1-10
- 11-20
- 21-50
- >51



Datos de proyección:

Elipsoide..... Clarke de 1966
 Datum horizontal..... Norteamericano de 1927 (NAD 27)
 Proyección..... Cilíndrica simple (Plate Carrée)

FUENTE: Secretaría de Salud del estado de Yucatán,
 Mortalidad de EDA'S 2001-2010

ELABORÓ: Diana Arlette Cordero Devesa



CONCLUSIONES

La Península de Yucatán es una región con clima cálido húmedo y subhúmedo, y que por su localización diversos factores afectan la vida en esta región. Presenta varios fenómenos atmosféricos al año: frentes fríos y “nortes” durante la mitad fría del año, ondas del este, huracanes y tormentas tropicales en la mitad caliente. Su posición geográfica y su composición geomorfológica estructurada por calizas hacen esta región muy atractiva para actividades que proveen al país de un fuerte ingreso económico, siendo el sector turismo el que mayores beneficios tiene. Por tales motivos, es necesario realizar estudios que relacionen la salud con el calor intenso y sus repercusiones en el contexto espacio-tiempo.

Las horas de insolación efectiva en la Península de Yucatán son más altas en la porción occidental que en la oriental. La influencia de la corriente marina ecuatorial en la costa oriental y las corrientes que se desplazan hacia el sur son más frías en la costa occidental. Los vientos alisios propios de la porción intertropical del hemisferio norte condicionan el clima de esta región, por lo que la porción occidental tiene temperaturas más frescas que la porción oriental y la porción centro es la que registra temperaturas máximas.

Analizando los datos diarios históricos de las temperaturas máximas en el periodo 1922-1930, se observa que en los meses de la mitad fría del año, de noviembre a abril, la temperatura aumentó dos grados en un periodo de 50 años en comparación con el periodo 1988-2005. En la mitad caliente del año, en los meses de mayo a octubre, la variación fue de 1 °C, por lo que la tendencia de la temperatura a partir de la década de los 20's y hasta 2005 es al aumento.

En el análisis de los datos del periodo 1953 a 2010 se encontró que los tres estados registran diferentes fluctuaciones. El estado de Campeche es el que presenta mayor temperatura con 41 °C en 1961; a partir de 1970 y hasta 1990 la temperatura aumenta, y de la década de los 90's hasta 2010 la temperatura tiende al incremento, ya que en los últimos años se mantuvo sobre la media de 36 °C. En contraste, Quintana Roo es por mucho más fresco que Campeche, aquí las temperaturas no siguen un patrón uniforme, tiene fluctuaciones muy marcadas, sin embargo se puede concluir que, para esta región la temperatura tiende al aumento considerando a Chetumal como estación representativa; la máxima aumentó 2 °C desde el inicio del periodo

en 1953 y hasta 2009. Los datos de temperatura de Yucatán denotan una ligera tendencia al aumento, ya que hay ciertos periodos en donde las temperaturas aumentaron de dos a cuatro grados por encima de la media de 36 °C. Es importante reconocer que los tres estados se comportan de diferente manera, aunque comparten ciertas características como ubicación, tipo de clima y vegetación, entre otras. Las temperaturas se ven afectadas por la incidencia de sistemas de tiempo. Las bases de datos para este análisis se obtuvieron del programa ERIC, del CLICOM y el Servicio Meteorológico Nacional. Algunas estaciones de la región no están actualizadas, dejaron de operar o están averiadas, por lo que sólo dos estaciones de cada estado se consideraron representativas y fueron elegidas estratégicamente para comparar la diferencia de temperaturas entre las estaciones más continentales y las más costeras, con el propósito de conocer cuál es su variación.

El mes más frío es enero y el mes más cálido es mayo en la península; las temperaturas separadas por quinquenios dejan ver que hay aumento o decremento en la temperatura, en Campeche la tendencia es hacia el aumento, más significativo en la década de los 70's que en la actualidad. Quintana Roo tiene un aumento considerable en el periodo de 1978 a 1982. Campeche tiene un registro superior al actual en la primera parte del periodo de 1953-1957, en comparación con los estados antes mencionados, Yucatán tiene una tendencia al decremento de la temperatura, lo que sugiere continuar el monitoreo para generar proyecciones a corto plazo.

Dado que en las últimas décadas del siglo pasado las zonas costeras del país se han vuelto cada vez más atractivas para los asentamientos humanos la habitación humana, la Península de Yucatán ha tenido un aumento considerable en su población. En la Península hubo 4 102 596 habitantes en 2010, repartidos en su mayoría en el estado de Yucatán, que cuenta con 1 955 577 habitantes distribuidos en una extensión de 38 402 km² de 106 municipios. El estado de Quintana Roo tiene una extensión de 50 212 km² y su población está conformada por más de un millón de habitantes distribuidos en 11 municipios. El estado menos poblado es Campeche que tiene 9 municipios y 822 441 habitantes repartidos en lo que es el territorio más grande de la península, 50 812 km².

La estructura de la población en la Península es el aumento de adultos mayores y la escasa natalidad, predominando los grupos jóvenes en los tres estados. Quintana Roo, es el único que presenta un ligero crecimiento de la población infantil menor de 4 años.

La población podría distribuirse de forma homogénea, sin embargo, la falta de vías de comunicación hace difícil la vida en algunos municipios, que tienen población dispersa. Las localidades donde se asienta más población están en la zona de la frontera, al sur del estado de Quintana Roo, en los municipios de Othón P. Blanco y Benito Juárez. En Yucatán se encuentra un centro urbano de gran importancia el municipio de Mérida, que es uno de los más extensos del estado; su ubicación y la gran cantidad de vías de comunicación hacen de éste, un buen lugar para recibir asentamientos. Se podría pensar que, la Península, al ser una región poco poblada comparada con el centro del país, no tendría gran importancia económica y urbana, sin embargo en esta región se encuentran dos zonas metropolitanas: una ubicada en el estado de Quintana Roo, la ciudad de Cancún un gran centro turístico considerado como zona metropolitana. En Yucatán, Mérida es la zona metropolitana y se considera así por ser la unidad político administrativa que contiene a la ciudad central y las unidades político administrativas urbanas contiguas

En la región de estudio se presentan los cuatro tipos de ondas cálidas, el tipo 1 que presenta tres o más días seguidos con temperaturas entre 26 y 29.9 °C, son casi permanentes debido a que la mayor parte del año se mantiene con temperatura arriba de los 26 °C, a excepción de la mitad fría del año. Las ondas del tipo 2 están entre los 30 a 33.9 °C, son más constantes porque se presentan durante gran parte del año. Las que se estudiaron con más detalle son las ondas cálidas del tipo 3, por que al ser mas constantes tienen mayores efectos sobre la salud; por último las del tipo 4 son muy importantes, si bien son escasas son más peligrosas para la salud de la población.

Las ondas cálidas predominantes se caracterizan por periodos de tres o más días con temperaturas entre los 34 °C y 39.9 °C, e influyen significativamente sobre la Península de Yucatán, sin embargo, cada estado tiene una concentración y distribución diferente de las mismas. En el estado de Campeche las ondas cálidas tienden al aumento al final del periodo 1952-2003, enfatizando que al inicio de éste se registran con menor frecuencia que en los

últimos años. Quintana Roo, tiene menor número de ondas cálidas, lo que produce condiciones más frescas que en el resto de los estados. En Campeche la tendencia es hacia el aumento, en 1964 fue 43 el valor más alto registrado y para 2004 fue 41. En el estado de Yucatán, las ondas cálidas de este rango aumentan al principio del periodo presentando más de 80 ondas cálidas en 1961, luego disminuyen hasta 1986 cuando se registran 5 y a partir de 1987 tienden al aumento.

Mensualmente se registran en promedio 6 ondas cálidas de este rango, un valor elevado considerando que no puede haber más de 10 en un mes. En el periodo representativo de 1984-1996, se registra el mayor número de ondas. Mérida registró 4 ondas cálidas mensualmente en promedio, en 1996 registró 77 ondas cálidas, lo que significa que en abril del mismo año este mes se mantuvo con temperaturas por arriba de los 34 °C. Campeche no desarrolló tal número de eventos, registró 8 ondas mensualmente en promedio y a lo largo del periodo se mantuvo constante entre 40 y 50 ondas por año. Finalmente, en el estado de Quintana Roo las ondas cálidas de este rango se presentaron con menor frecuencia; en 1991, 31 ondas cálidas afectaron la región lo que significa un promedio de 3 al mes.

Uno de los tópicos más relevantes en el presente estudio, es conocer la distribución de las ondas cálidas en la Península de Yucatán, ya que al presentar temperaturas por arriba de los 34 °C la mayor parte del año, es difícil evaluar este fenómeno ya que este clima caluroso puede ocasionar severos daños, en las poblaciones más vulnerables, los niños y los adultos mayores. La escasa información por parte de las autoridades puede generar problemas entre las personas que menos acceso tienen a los medios de comunicación, lo que hace necesario promover campañas de salud al iniciar la época de calor con el propósito de disminuir el número de casos fatales que se registran cada año en esta región. Es decir, campañas continuas que lleguen a los municipios más alejados que carecen de comunicación, y en las que tienen mayor relevancia las enfermedades intestinales y las diarreicas agudas, que tienen como causa los alimentos en descomposición; el agua contaminada, los vectores y la fauna nociva.

Con el trabajo de campo se comprobó que la población se ha adaptado a vivir utilizando ventiladores y techos altos para permitir la circulación del aire; emplear hamaca en lugar de colchón les resulta más confortable en las épocas de calor intenso. Algunos, con mayores recursos tienen acceso al aire acondicionado. Otros prefieren mitigar el calor bañándose dos

veces al día, permanecer el menor tiempo posible bajo el sol y andar a la sombra, y sobre todo poner especial atención a los niños y adultos mayores

Un dato interesante que sobre sale del trabajo de campo, es que la mayoría de la población relaciona al calor no solo con enfermedades gastrointestinales, insolación o deshidratación, sino con enfermedades de la piel, especialmente con el Cáncer. No obstante, en las Secretarías de Salud de Campeche y Yucatán, no consideran la ejecución campañas de protección contra la radiación solar como la promoción del uso de bloqueadores e incluso proporcionarlos a quienes menos tienen podría salvar la vida de muchas personas.

El aumento de casos de enfermedades intestinales en los meses de julio y agosto para los tres estados, se debe, probablemente a que esa temporada coincide con los huracanes, y aunque disminuye la temperatura por el efecto de las lluvias y los vientos; el agua, y los alimentos tienden a contaminarse con mayor frecuencia, lo que hace posible el aumento en el número de casos.

La diferencia de las temperaturas y el número de casos presentados para los tres estados está relacionado con su ubicación. Campeche y Quintana Roo, tienen una marcha similar tanto en el aumento de casos como en el descenso de temperatura en los meses de julio y agosto debido a su proximidad con la costa, lo que permite que los sistemas de tiempo influyan directamente sobre ellos. Sin embargo, la ciudad de Mérida, por su ubicación más continental, se observa el aumento de casos conforme se incrementa la temperatura en los meses de abril y mayo.

La deshidratación y la insolación son un grave problema de salud muy frecuente en esta región, representan un peligro para la población vulnerable. Sólo en el estado de Yucatán se pudo acceder a los datos sobre decesos por año provocados por estas patologías; generalmente, se presenta como mínimo una muerte por insolación al año, desafortunadamente muchos municipios no reportan casos por falta de información, lo cual no quiere decir que no se presentan más fallecimientos. Los grupos más vulnerables a padecer insolación de alto grado, son los adultos de 25 a 59 años y los adultos mayores (>60 años).

La deshidratación al igual que la insolación, afecta a los grupos más vulnerables, los adultos mayores y niños menores de 4 años. Esta condición se presentó más frecuentemente en el 2009 al notificar 16 decesos por esta causa en adultos mayores; los jóvenes no están exentos, sin embargo, su porcentaje es más bajo que en los niños y los adultos mayores.

Las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA's), representan un problema más grave a consecuencia de la falta de higiene, la descomposición de alimentos y el acceso restringido al recurso agua. Tan solo en Mérida, en la década de 2000 a 2010 se registraron 356 defunciones, lo que da un promedio de 32 casos anuales; este municipio es el más representativo, le siguen Motúl y Chemax con 50 y Valladolid con 46. Es importante observar el mapa de Enfermedades Diarreicas Agudas, que éstas se concentran en la porción oriental y en los límites con el estado de Quintana Roo; la región central presenta un mínimo de casos.

Finalmente, el estudio de las ondas de calor no puede generalizarse, sino debe llevarse a cabo de manera focalizada, para conocer el verdadero impacto que tiene en todos los niveles (local, regional, continental, etc.). Este trabajo da una visión general de lo que acontece en la Península de Yucatán con la interacción hombre-calor, lo que intenta despertar la inquietud por el conocimiento del tema desde diversos enfoques: económico, biodiversidad, turístico, cambio climático; cuyo propósito es analizar el fenómeno de las ondas cálidas y crear proyecciones a corto, mediano y largo plazo.

Recomendaciones Finales

- La población debe estar alerta a los cambios de temperatura, los días y horas más calurosos del año para tomar conciencia de las temperaturas extremas.
- Realizar campañas para que la población esté bien informada sobre cómo actuar ante una onda de calor.
- Repartir electrolitos orales y bloqueadores, así como establecer centros de hidratación en zonas o lugares concurridos durante la temporada caliente, especialmente en los meses de abril a junio.
- Desarrollar una cultura de prevención, en los ámbitos educativo, laboral y recreativo, para que las personas conozcan los instrumentos que miden la temperatura. La prevención es la mejor medida para mitigar pérdidas humanas y económicas.
- Fomentar y difundir instituciones sobre Geografía de la Salud, con el propósito de conocer las características de los espacios y la población susceptible a los efectos de las ondas cálidas en la República Mexicana.
- Promover el trabajo multidisciplinario con el fin de generar estrategias preventivas que mitiguen el impacto de las ondas cálidas en la salud pública.

BIBLIOGRAFÍA

“Enfermedades y trastornos”, *Pequeña Guía del Cuerpo Humano*, 2005, Pp392, Ed. Grijalbo, Londres

“Incremento de las Ondas de Calor por cambio climático”, *La jornada en la ciencia*, <http://ciencias.jornada.com.mx/noticias/incremento-de-ondas-de-calor-por-cambio-climatico> (Vi: 29/01/2013)

Apuntes de Meteorología, tomados de la clase de Meteorología aplicada a la geografía, impartida por la Dra. Guadalupe Matías, 2009.

Ávila, Héctor, 2001, "Ideas y planteamientos teóricos sobre los territorios periurbanos. Las relaciones campo–ciudad en algunos países de Europa y América", en *Investigaciones Geográficas*, UNAM, núm. 45, México.

Ballester Díaz, Ferrán, 1996, “Meteorología y salud. La relación entre la temperatura ambiental y la mortalidad”, Instituto de Estudios de Salud Pública, no. 3, Mayo-junio, España. http://www.msc.es/ca/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL70/70_3_251.pdf, (Vi: 14/01/2012)

Bhattacharya,Shaoni, “European heatwave caused 35,000 deaths, Newscientist”, 2003 , www.newscientist.com%2Farticle%2Fdn4259-european-heatwave-caused-35000-deaths.html&anno=2 (Vi: 29/01/2013)

Caponi, S, 2006, *La salud como apertura de riesgos*, en Czeresnia D y C. Machado (Orgs), Promoción de la salud, Conceptos, reflexiones, tendencia, Editorial Ugar, Argentina.

Chapleau, Will, 2007, *Emergency First Responder*, Pp 221-222, Editorial ELSEVIER, Chicago, EUA.

Commons, Áurea, 2003, *La península de Yucatán, integración y desintegración de un espacio geográfico desde la época prehispánica hasta la actual*, Serie Varia nueva época, número 4 ed. Instituto de geografía, UNAM, México.

CONABIO, 1998,” Carta de climas”, Esc: 1:100000, México

- Córdoba y Ordoñez, Juan, 1999 “Mapa de densidad municipal de población” *Atlas de procesos territoriales de Yucatán*, Ed. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Arquitectura, México.
- Definición de “Depleción del Volumen”, (Pérdida de sodio extra renal), <http://es.mimi.hu/medicina/deplecion.html> (Vi: 29/03/2013)
- Definición de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA'S), Secretaria de Salud <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.salud.gob.mx/unidades/conava/edas/faqedas.htm> (Vi: 29/03/2013)
- Díaz Jiménez, Julio, et. al, 2005, “Impacto de las temperaturas extremas en la salud pública: futuras actuaciones”, Revista española de Salud pública, V.79 n.2 Madrid, Marzo-Abril, 2005, http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S113557272005000200004&script=sci_arttext (Vi: 14/01/2012)
- Diccionario Histórico, Biográfico y Geografía de México*, sexta edición, 1995, Pp 3860, Ed. Porrúa, México.
- El Universal, 2008, “Van 6 muertos por calor durante 2008” nota periodística, El Universal, 16 de junio 2008, <http://www.eluniversal.com.mx/estados/68782.html>, (Vi: 30/01/2012)
- Fernández-Eguiarte, Agustín, et.al, 1990, “Oceanografía Física 1 (Masas de Agua y Mareas de los Mares Mexicanos) hoja IV. 9.1, *Atlas Nacional de México*, UNAM, México.
- Fernández-Eguiarte, Agustín, et.al, 1990, “Oceanografía Física 2 (Aspectos Regionales de los Mares Mexicanos) hoja IV. 9.1, *Atlas Nacional de México*, UNAM, México.
- García Enriqueta, Falcón Zaida, 1984, *Nuevo Atlas Porrúa de la Republica Mexicana*, México D.F. Ed. Porrúa S.A.
- García, Enriqueta, 1984, *Apuntes de climatología*, México D, F.
- García, Enriqueta, 1992, “Observatorios, Estaciones meteorológicas e Insolación”, hoja IV.4.1, *Atlas Nacional de México*, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- García, Enriqueta, et al, 1992 “Temperaturas extremas”, hoja IV.4.5, *Atlas Nacional de México*, Instituto de Geografía, UNAM, México.

- García, Enriqueta. 2004, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen*, Instituto de Geografía, UNAM, México, D. F.
- Hernández Baños, M.Y, 2004, “Insolación, nubosidad y Temperaturas Máximas. Distribución geográfica y Temporal en la República Mexicana” Tesis de Licenciatura en Geografía, UNAM, dirigido por Dr. Ernesto Jáuregui Ostos.
- Hernández, María, et al, 2007, “Estaciones Meteorológicas e Insolación”, hoja NA IV2, *Atlas Nacional de México*, 2007 Ed., Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Hernández-Flores, José, Et Al, 2009 “Rurales y Periurbanos: una aproximación al proceso de conformación de la periferia poblana”, Papeles de Población Vol. 15 no.61 Toluca, Mexico.http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S140574252009000300011&script=sci_arttext (Vi: 25/10/2012)
- Jáuregui, Ernesto, 1971, “Evolución de bioclima en dos clínicas de la ciudad de México”, *Boletín del Instituto de Geografía*, volumen IV, UNAM, México, D.F.
- Jáuregui, Ernesto, 1990, “Distribución de la Entalpía (calor total)” hoja V.2.3. *Atlas Nacional de México*, UNAM, México.
- Jáuregui, Ernesto, 1990, “Temperatura efectiva en la Republica Mexicana” hoja V.2.2. *Atlas Nacional de México*, UNAM, México.
- Jáuregui, Ernesto, 2009, “The heat spells of México City”, *Investigaciones Geográficas*, Boletín, núm. 70, instituto de Geografía, UNAM, México, Pp. 71-76
- Mac Gregor, Ma Teresa y Gonzáles, Jorge, 2004, *Dinámica y Distribución espacial de la población urbana en México 1970-2000* Ed. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Manual teórico práctico del observador de superficie*, Servicio Meteorológico Nacional, CNA, 2010, México, Pp. 9-24. <http://www.scribd.com/doc/50157494/Manual-Teorico-Practico-del-Observador-Meteorologico-de-Superficie> (Vi: 5/03/2012)
- Méndez Pérez, IR, 2004, “Consideraciones bioclimáticas para el establecimiento de las tarifas eléctricas domesticas en los estados de Tabasco, Veracruz y Tamaulipas” Tesis de Maestría en Geografía, UNAM, dirigida por Dra. Adalberto Tejeda Martínez.

- Milenio, “Reportan 11 muertes por calor” nota periodística, Milenio online, 2008 <http://impreso.milenio.com/node/8087330>, (Vi: 30/01/2012)
- Morales, Juan José, 2012, *Selvas, mares y huracanes*, Gobierno del Estado de Yucatán, Ed.Biblioteca Básica de Yucatán, Mérida Yucatá,
- Morillón, David Et.Al, 2002, *Atlas Bioclimático de la República Mexicana*, Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 10, pp. 57 - 62, Instituto de Ingeniería-UNAM, Cd. Universitaria, México, D.F. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/atlas.pdf> (Vi: 29/04/2013)
- Noji, Eric , 2000, *Impacto de los desastres en la salud pública*, Organización Panamericana de la Salud, Bogotá, Colombia.
- Salinas Orozco, JA, 2007 “Impacto en el crecimiento urbano en las temperaturas de los observatorios meteorológicos del Servicio Meteorológico Nacional”, Tesis de Licenciatura en Geografía, UNAM, dirigido por Dra. María Engracia Hernández.
- Secretaría de Desarrollo Social, et al, 2007 “Delimitación de las Zonas metropolitanas de México 2005”, primera edición 2007, México.
- Servicio Meteorológico Nacional, “Historia del Servicio Meteorológico Nacional”, 2010, México,http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=82 (Vi: 25/09/2012)
- Servicio Meteorológico Nacional, 1920, “Carta del tiempo”, Zincografía de la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, México.
- Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, “Epidemiología”, sistema único de información, México, 2003-2011, <http://www.dgepi.salud.gob.mx/boletin/2010imagen/plantilla/indice-2003.html>, (Vi: 25/01/2012)
- Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, “Epidemiología”, Sistema Único de Información, Dirección General de Epidemiología. Boletines de la semana 1 de 2010 a la semana 1 de 2011 <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/dgae/boletin/indice-2010.html> (Vi: 29/03/2013 22:05)

- Sulman, F. Gad., 1976, *Health Weather and Climate*, Basel, New York.
- Vidal Zepeda, R, 2001, “Climatología de los inviernos en México” Tesis de Doctorado en Geografía, UNAM, dirigido por Dr. Ernesto Jáuregui Ostos.
- Vidal, R y Matías, LG, 2013, “Clasificación, distribución geográfica y frecuencia de las ondas cálidas en México”, en prensa.
- Vidal, R y Ortiz, M.I., 2011, “Mapa de ondas cálidas en la República Mexicana”, *Atlas de Salud de la Republica Mexicana*, Instituto de Geografía, México, D, F.
- Vidal, R y Quintero, SF, 2010, “Sección VII. Los riesgos en la salud”, *Atlas de la Salud en México*, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Vidal, Rosalía, 2005, “Las regiones climáticas de México”, *Temas selectos de Geografía*, Instituto de Geografía, UNAM, México D, F.
- Vidal, Rosalía, 2007, “Temperaturas extremas”, hoja NA IV3, *Atlas Nacional de México*, 2007 Ed., Instituto de Geografía, UNAM, México