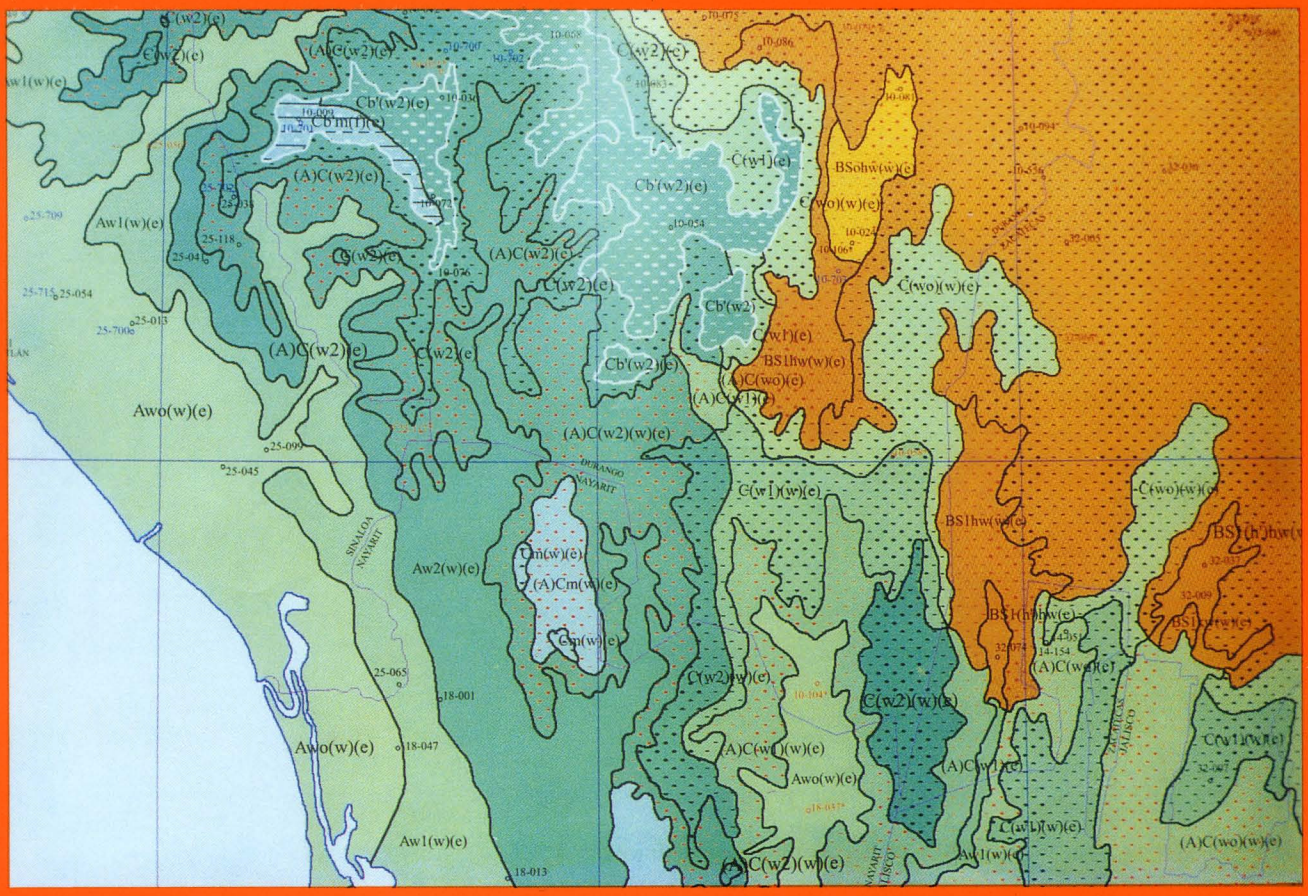
MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

Enriqueta García †



Serie Libros **Núm. 6**

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

Enriqueta García†

(PARA ADAPTARLO A LAS CONDICIONES DE LA REPÚBLICA MEXICANA)

Portada:
Cartas de Climas de la República Mexicana, escala 1 000 000, según el Sistema de E. García. Publicada por la Comisión Nacional para el Estudio de la Biodiversidad (CONABIO), México, 1998.

MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

Primera edición: 1964
Segunda edición: corregida y aumentada, 1973
Tercera edición: corregida y aumentada, 1981
Cuarta edición: corregida y aumentada, 1987
Quinta edición: corregida y aumentada, 2004

DR© Instituto de Geografía-UNAM
Enriqueta García†

ISBN-UNAM: Serie Libros (Obra General) 968-36-7398-8
ISBN 970-32-1010-4

HECHO EN MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Juan Ramón de la Fuente
Rector

Lic. Enrique del Val Blanco
Secretario General

Dr. Daniel Barrera Pérez
Secretario Administrativo

Dr. Jaime Martuscelli Quintana
Secretario de Servicios a la Comunidad Universitaria

Mtro. Jorge Islas López
Abogado General

Dr. José Narro Robles
Coordinador General de Reforma Universitaria

Dr. René Drucker Colín
Coordinador de la Investigación Científica

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

Dr. Adrián Guillermo Aguilar
Director

Dr. José Omar Moncada Maya
Secretario Académico

Dra. Teresa Reyna Trujillo
Editora Académica

Lic. Raymundo Rodríguez Salgado
Secretario Administrativo

ÍNDICE

Prefacio a la Quinta Edición 7
Agradecimientos 9

PRIMERA PARTE

Introducción 11
Sistema de Clasificación Climática de Köppen, 1936 13
Distribución de los grupos climáticos de Köppen en México 19
Modificaciones al Sistema de Köppen 21

APÉNDICES

I. Resumen de los cambios y modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana 50
II. Cálculo del límite entre los climas con régimen de lluvias en verano *w* y los que teniendo la estación lluviosa en verano presentan cierta proporción de lluvias en invierno *w(x')* 56
III. Cálculo del límite entre los climas Aw_0/Aw_1 y Cw_0/Cw_1 o sea, del máximo teórico de climas *BS* 57
IV. Cálculo del límite entre los climas Aw_1 y Aw_2 61
V. Cálculo del límite entre los climas $C(w_1)$ y $C(w_2)$ 62
VI. Cálculo del límite entre los climas BS_0 y BS_1 o sea del máximo teórico de los climas *BW* 63
Mapa de Climas según el Sistema Modificado 74
Referencias bibliográficas 75

SEGUNDA PARTE

Datos meteorológicos de las estaciones empleadas 77

TERCERA PARTE

Cuadros para clasificar los climas según el Sistema Modificado a partir de datos de temperatura y precipitación mensual y anual 79
Diagrama de flujo para clasificar los climas 86

Anexo 91

Prefacio a la Quinta Edición

Como un homenaje póstumo a la M. en C. Enriqueta García Amaro, autora de este libro, el Instituto de Geografía de la UNAM presenta una quinta edición corregida y aumentada que contiene además del trabajo original de las *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana,* una base de datos de precipitación y temperatura actualizados a 1995 que fue utilizada por la autora para construir las Cartas de Climas escala 1:1 000 000 publicadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en 1998.

Se conserva en la contrapasta la presentación que hizo de la obra el Ing. Juan B. Puig primer director de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) antecedente del actual Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI).

Así, a cuatro décadas de la primera edición el *Sistema Modificado de Clasificación del Clima,* como se le conoce coloquialmente, continúa vigente y es utilizado por diversos especialistas y científicos entre los que se cuentan geógrafos, geomorfólogos, biólogos, ecólogos, agrónomos, veterinarios, arquitectos y planificadores, principalmente.

Mientras que el Sistema de Köppen fue elaborado para estudiar la distribución de los climas del mundo a macroescala, el Sistema Modificado es de gran ayuda para representar con el detalle del mesoclima la importante riqueza climática de México. Las adaptaciones y subdivisión de los tipos de clima, así como la introducción de nuevos grupos característicos de México es sencilla de comprender y aplicar. El detalle que da el Sistema Modificado permite reconocer distintos climas, cuyas pequeñas diferencias en distancias cortas tienen su origen en la altitud, el relieve, la latitud, la cercanía o lejanía al mar, etc., tan contrastantes en el territorio nacional.

Las Cartas de Climas son una valiosa herramienta para dar una visión detallada a nivel nacional, entender la gran diversidad de ecosistemas y evaluar cambios climáticos a partir de una "situación normal", que representa el promedio de largo período para cada región.

A través de sus diversas ediciones este trabajo ha sido el complemento indispensable de las colecciones de Cartas de Climas que a distintas escalas le han acompañado. En la publicación de la 2ª edición (1973) las 15 cartas a escala 1: 500 000 (1970) de CETENAL; diez años más tarde la 3ª edición (1981) acompañó a las cartas 1:1 000 000 (1980) INEGI; en la última década del siglo XX la 4ª edición (1987) a la carta de climas escala 1: 4 000 000 (1991) publicada en el *Atlas Nacional de México* y esta 5ª edición a la colección de cartas escala 1: 1 000 000 (1998), editada por la CONABIO

Para continuar el compromiso que la autora siempre tuvo con sus numerosos usuarios se ofrece la publicación de este libro.

Se agradece profundamente la colaboración de las instituciones que hacen posible realizar la nueva edición: Instituto de Geografía de la UNAM y CONABIO, así como a las siguientes personas: Sandra Gómez Domínguez, Laura Luna González, Ana Alejandra Villagómez Servín, Ma. Imelda Quezada Valdepeña, Erika Álvarez Robles y Enrique Muñoz López.

Rosalía Vidal Zepeda (Compiladora)
Instituto de Geografía, UNAM

A la memoria de mi esposo
el Dr. Faustino Miranda

AGRADECIMIENTOS
(4ª Edición, 1987)

Expreso mi gratitud a las personas e instituciones que me ayudaron en la realización de este trabajo: en primer lugar al Instituto de Geografía de la UNAM, en especial a su Directora la Dra. Ma. Teresa Gutiérrez de MacGregor por las facilidades brindadas; a la Oficina de Cálculo Climatológico de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en especial al Lic. Ramón Sierra Morales y al Servicio Meteorológico Nacional, bajo la dirección del Ing. Anatolio Lobato Román, por el acceso a los archivos para la obtención de los datos; a la M. en G. Rosalía Vidal Zepeda y a la M. en C. Ma. Engracia Hernández Cerda por su participación en la actualización y depuración de los datos; al Lic. en Geografía Mario Chavarría Espinosa por su colaboración en el proceso de la información, y al Físico Antonio Miranda García por los programas para microcomputadora para procesar la información, clasificar los climas y trazar el mapa.

PRIMERA PARTE

Introducción

Este trabajo es el resultado de una serie de estudios cuya finalidad ha sido la de ajustar el sistema de clasificación climática de Köppen a las condiciones particulares de la República Mexicana. Damos aquí una descripción de las adaptaciones y modificaciones que fue necesario hacer a los tipos de clima de dicho sistema para que correspondieran mejor a las condiciones de los climas de México. El resultado práctico de esta investigación fue encontrar una correlación aceptable entre los subtipos de clima postulados y la distribución de las condiciones climáticas como se deduce de los datos meteorológicos y de la distribución de diversas asociaciones vegetales.

El sistema de clasificación de Köppen utiliza fórmulas empíricas y valores derivados de las variaciones de ciertos elementos climáticos para delimitar y descubrir cinco grandes grupos de clima y las subdivisiones correspondientes, que en conjunto constituyen once tipos climáticos fundamentales. Dichas fórmulas y valores fueron calculados y escogidos por hallarse en relación con importantes características del clima que determinan la distribución sobre la Tierra de las principales agrupaciones de plantas superiores y de otros seres vivientes. Además de lo sencillo de su aplicación, el sistema de Köppen tiene la enorme ventaja de utilizar solamente los datos de temperatura y precipitación media mensual y anual que se toman en casi todas las estaciones meteorológicas, por insignificantes o pequeñas que sean; por consiguiente, aun en México, puede contarse con una red bastante densa de localidades con datos meteorológicos suficientes para poder realizar los correspondientes cálculos climáticos. Existen en la República, en efecto, unas 1900 estaciones meteorológicas operadas por el Servicio Meteorológico Nacional, la Comisión Nacional del Agua y la Comisión Federal de Electricidad. Aunque no se encuentran distribuidas de la mejor manera posible, pues hay grandes áreas sin ninguna estación, ni las observaciones se han distinguido en muchas de ellas por su continuidad, representan, no obstante, una cantidad aceptable para tratar, con los datos correspondientes, de delimitar los climas de México sobre un mapa (Nota del Editor).

Las modificaciones y adaptaciones al sistema de Köppen se hicieron necesarias porque este sistema climático fue concebido fundamentalmente para definir las zonas climáticas del mundo que se extienden en la latitud. Por consiguiente, los valores y cálculos en que se funda pueden no corresponder exactamente a las condiciones de un país como México, en el que los cambios esenciales de clima no son debidos solamente a la latitud, sino también a las grandes variaciones de la altitud que crean condiciones muy especiales en los cambios y distribución de los elementos climáticos.

(Nota 1: en esta edición se incluye una base de datos con 3 000 estaciones, del período 1921 a 1995).

En correspondencia con lo indicado, existe en la República Mexicana una gran diversidad de climas, a pesar de que gran parte del país está situada dentro de la zona tropical. Muchos de esos climas no se adaptan a las descripciones climáticas clásicas o no son considerados en ellas. En consecuencia, fue necesario añadir a las divisiones del sistema de Köppen nuevas descripciones climáticas, calcular sus límites e introducir símbolos adecuados para representarlas. El mismo Köppen (1936, página C 29), al hablar de los climas E, incluye la siguiente frase significativa:

Hasta ahora nosotros no hemos tomado en consideración las diferencias entre los climas de las llanuras de las latitudes superiores y los de las montañas de las bajas latitudes, a pesar de que ellos no se corresponden en las condiciones de sus regímenes de temperaturas y de lluvias.

Por otra parte, por ser el de Köppen un sistema general de clasificación, concebido, como ya se indicó, para definir las grandes áreas climáticas del mundo, al ser aplicado a México en su concepción original, resultan muy extensas regiones del país dotadas de climas homogéneos. Sin embargo, dentro de estas extensas áreas de clima aparentemente uniforme hay diferencias climáticas notables que es importante señalar. Por lo tanto, se consideró conveniente subdividir algunos de los tipos climáticos fundamentales del sistema de Köppen con objeto de que hubiera correspondencia con las variantes particulares, pero importantes, de dichos tipos en la República Mexicana. Para lograr las indicadas subdivisiones de los tipos de clima de Köppen se utilizaron métodos de cálculo estadístico, empleándose series de valores formadas por cocientes que relacionan los dos elementos más importantes del clima: temperatura y precipitación.

En algunos casos hubo necesidad de calcular e introducir nuevas fórmulas empíricas con objeto de delimitar ciertos tipos fundamentales de clima que incluyen regímenes pluviométricos que Köppen no toma en consideración; por ejemplo, las variantes climáticas que se originan en las zonas de transición de climas con lluvias en cualquier época del año a climas con lluvias en invierno.

Las características fundamentales de algunos de los tipos climáticos de Köppen, como el Am y el Aw, así como las de los climas BS, BW y Cs, son aplicables a México casi en su forma original. En cambio las definiciones de otros, como el Cw, el Cf y el E, aunque corresponden en cierto grado con ciertas condiciones climáticas del país, no pueden ser aplicadas a México en su forma original, sino que su aplicación tiene que hacerse de una manera un poco diferente de la primitiva. En efecto, estos climas (Cw, Cf y E) se encuentran en las montañas de la parte central y sur de México y precisamente por hallarse dentro de la zona tropical tienen algunas características muy distintas de aquellas de los climas C y E de las latitudes medias o boreales, que son las que trató Köppen de describir.

Las modificaciones y adaptaciones al sistema se hicieron sin apartarse de los lineamientos generales de la clasificación original, de manera que en la clasificación modificada se siguen empleando todos los símbolos y fórmulas de Köppen. Se incluye además una serie de índices, anotaciones, fórmulas y símbolos nuevos que tratan de completar el mencionado sistema para lograr una descripción más detallada de las condiciones climáticas del país.

A continuación se insertan, traducidos al español, la clave y diagramas que exponen de una manera sucinta y expresiva los rasgos fundamentales de la clasificación climática de Köppen, tal como fueron publicadas por este autor en Handbuch der Klimatologie, Band , Teil C. (Das geographische System der Klimate, Berlín, 1936, páginas 41-43. Esta exposición se hace necesaria para que el lector tenga a mano los lineamientos originales del sistema indicado y pueda compararlos con los de la clasificación modificada. También tratamos con ello de exponer clara y adecuadamente las ideas y fórmulas climáticas que constituyen la base del sistema de Köppen y los fundamentos para su aplicación, ya que algunos autores en nuestro país han hecho descripciones poco cuidadosas y a veces interpretaciones equivocadas de este importante sistema. He aquí la clave y diagramas indicados.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN, 1936

Clave y diagramas para la determinación de las formas climáticas (Köppen).

Los siguientes símbolos se encuentran con igual o semejante importancia en varios climas principales (todos los datos se refieren a valores medios de varios años):

I. Temperatura: a, b, c, d, se refiere a temperatura media mensual, *g* (*g'*, *g"*) a marcha anual de la temperatura, i a su amplitud, *h* y *k* a temperatura media anual.
II. Época seca: *f* y *x'* designan su falta, *s* (*s'*, *s"*), *w'*, *w"*) y *x* (*x"*) designan su ubicación anual (los últimos siete símbolos cuando se encuentran después de f, designan únicamente la estación de mayor sequía relativa).
III. Humedad del aire: *n* (*n'*, *n"*, *n'''*).

Como en las claves para la clasificación de las plantas resulta la siguiente:

CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS FORMAS CLIMÁTICAS

μ) *Primeros y segundos grados de formas climáticas*
Grupos y tipos fundamentales de clima

1. Temperatura media del mes más caliente
   - bajo + 10°... *E*, ver 11
   - sobre + 10°..... ver 2
2. Precipitación anual en cm
   - bajo 2*t* (en lluvias de invierno hasta 2 (*t* + 14) en lluvias de verano)[1] ..... *B*, ver 3 y 12
   - sobre estos valores ... *A, C, D*, ver 4
3. Precipitación anual en cm
   - por debajo de *t* hasta *t* + 14[1] ... *BW*
   - sobre estos valores ..... *BS*
4. Temperatura media del mes más frío
   - sobre 18° ... *A*, ver 5
   - entre 18° y —3° ..... C ver: 8, 13, 14, 15
   - bajo —3°..... D
5. El mes más pobre en lluvias tiene
   - sobre 60 mm ... A*f*
   - bajo 60 mm ... ver 6
6. La época seca
   - está compensada por abundantes precipitaciones anuales según el diagrama correspondiente (Fig. 14) ..... *Am*
   - no está compensada .....ver 7
7. Época seca
   - una sola en la mitad del año en que se encuentra el invierno ..... *Aw*
   - temporada lluviosa desplazada hacia el otoño ..... *Aw'*
   - además de una marcada en el invierno, una corta en el verano ..... Aw" en la mitad del año en que se encuentra el verano ..... A*s*[2]

[1] *t* es la temperatura media anual en grados centígrados; por "verano e "invierno" se entiende las estaciones del año en que la posición del sol es más alta y más baja, respectivamente, en el hemisferio correspondiente.
[2] Los símbolos *s'* y *s"* , y *w'* y *w"* como en 7.

8. Mínima de precipitación
   - en la temporada más caliente del año ..... ver 9
   - en la temporada más fría del año ver 10

9. Precipitación del mes más seco
   - menor que 1/3 de la del mes más húmedo de la mitad del año en que se encuentra el invierno y menor de 40 mm ..... *Cs*, *Ds*[2]
   - mayor que la anterior ..... C*f*, D*f*

10. Precipitación del
    - menor que 1/10 de la del mes más húmedo de la mitad del año en que se encuentra el verano ..... *Cw*, *Dw*[2]
    - más que la anterior ..... C*f*, D*f*

11. Temperatura media del mes más caliente
    - sobre O° ..... *ET*
    - bajo O° ..... *EF*

β) Tercer grado en las formas climáticas

12. Temperatura media anual
    - sobre 18° ..... *h*
    - bajo 18°
      - mes más caliente sobre 18° .. *k*
      - mes más caliente bajo 18° *k'*

13. Temperatura media del mes más caliente
    - sobre 22° ..... a
    - bajo 22° ..... ver 14

14. Temperatura media mensual mayor de 10°
    - durante 4 meses o más ..... *b*[3]
    - durante menos de 4 meses ..... ver 15

15. Temperatura media del mes más frío
    - sobre — 38° ..... *c*
    - bajo — 38° ..... *d*

δ) Otros símbolos

General
- estación en invierno ..... *w*, *w'w"*
- más seca en el verano ..... *s*, *s's"*
- nieblas frecuentes .... *n*

Para el 3
- niebla poco frecuente pero gran humedad del aire con carencia de lluvias
  - temperatura de verano menor de 24° ..... *n'*
  - temperatura de verano de 24 a 28° ..... *n"*
  - temperatura de verano mayor de 28° ..... *n?*

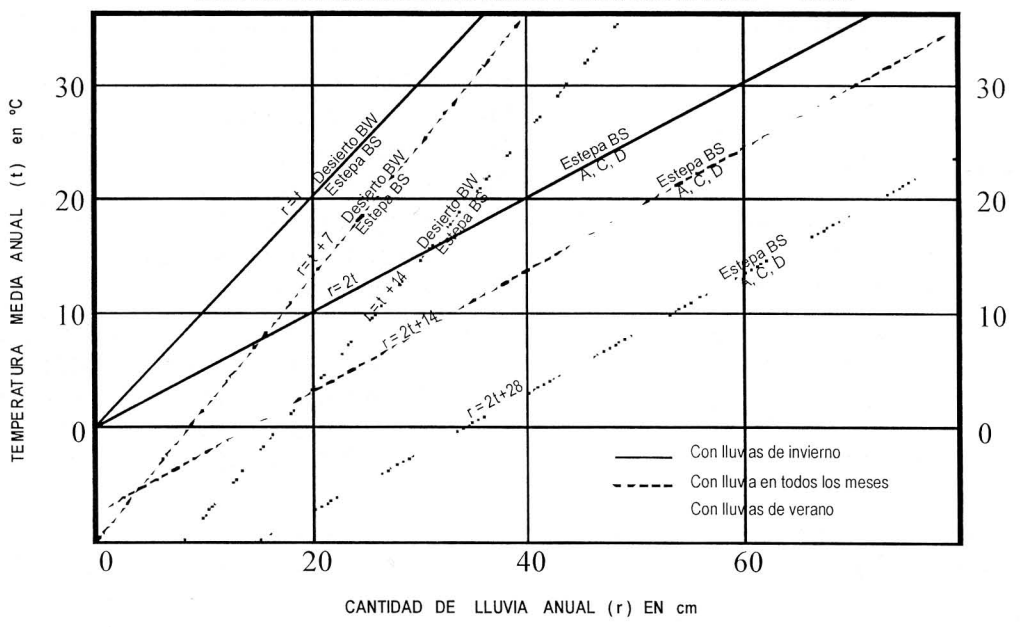
Para el 4
- mes más caliente
  - antes del solsticio de verano .. *g*
  - en otoño *g'*
- el mes más frío después del solsticio de verano ..... *g"*
- diferencia de temperatura de los meses indicados menor de 5° (isotermal) ..... *i*

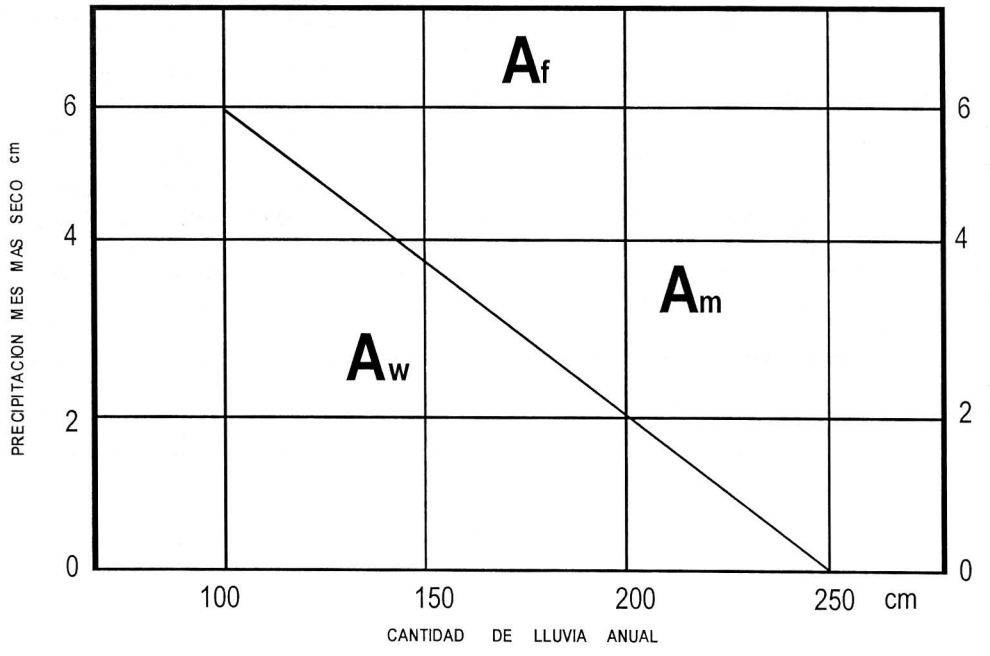
Para el 3 y el 4
- lluvias al principio del verano, despejado al final ..... *x*
- lluvias en todos los meses, poco frecuentes pero intensas *x'*
- dos temporadas lluviosas: una al principio del verano y la otra al fin del otoño ..... *x"*

Para el 11
- si las precipitaciones están bajo el límite de *B* ..... *EB*
- cuando la temperatura del mes más frío está sobre — 3° ... *ETC*
- Cuando la altitud es mayor de 1 500 m ..... *ETH*

[3] En el hemisferio norte está determinada porque la media $^1/_2$ (mayo + septiembre) está sobre o bajo 10°.

DIAGRAMA EXPLICATIVO DE LA DELIMITACIÓN DE LOS
CLIMAS BS Y EL GRUPO A, C, D,
SEGÚN LAS TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES Y LA CANTIDAD DE LLUVIA ANUAL





DESIGNACIONES DE KÖPPEN A LOS GRUPOS CLIMÁTICOS Y A LOS TIPOS PRINCIPALES DE CLIMA, TOMADAS DEL MISMO AUTOR (1936, 1938 Y 1948)

Grupos de clima

A – Clima tropical lluvioso
B – Clima seco
C – Clima templado lluvioso
D – Clima boreal
E – Clima frío o polar

Tipos principales de clima

Af – Clima de selva
Aw – Clima de sabana
BS – Clima de estepa
BW – Clima de desierto
Cw – Clima sínico
Cs – Clima mediterráneo o etesio
Cf – Clima templado
Cfa – Clima virginiano húmedo
Cfb – Clima de las hayas
Dw – Clima transbaicálico o continental boreal
Df – Clima ruso canadiense, de los abedules, de los pinos u oceánico boreal
ET – Clima de tundra
EF – Clima de hielos perpetuos

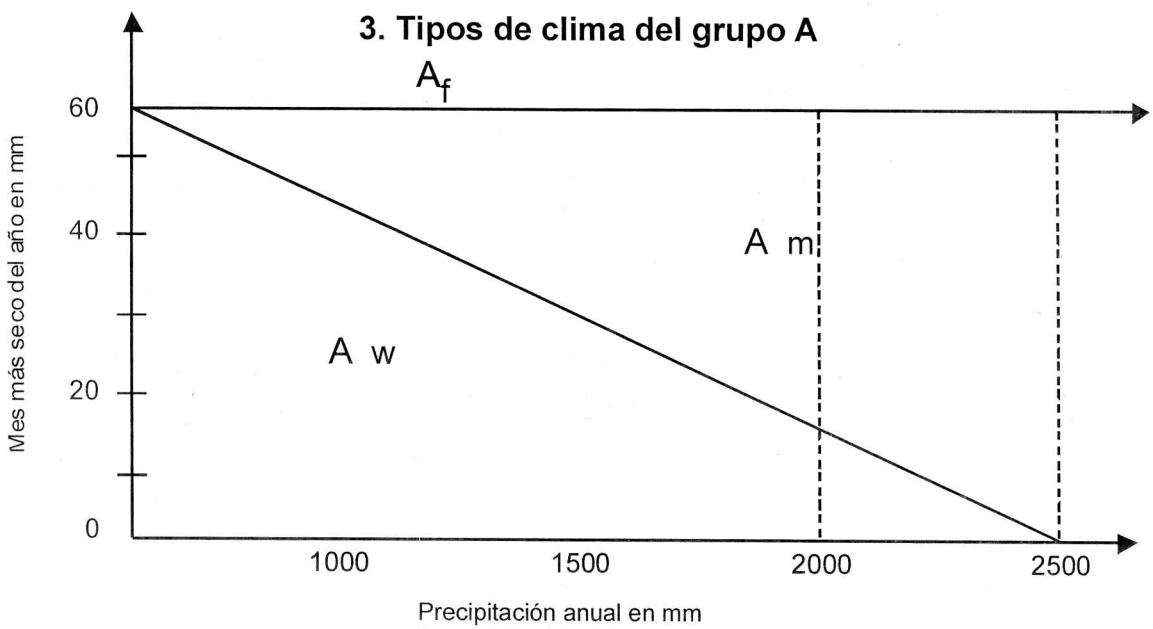
1. Zonas Climáticas (Köppen)

Símbolos	Temperatura Media Mensual		Zonas	
	Mes más caliente	Mes más frío	De clima	De vegetación
A	>18° C	>18° C	Tropical lluvioso	Megaterma
B			Seco	Xerófita
C	>18° C	> 0° C	Templado lluvioso	Mesoterma
D	>10° C	< 0° C	Frío lluvioso	Microterma
E	<10° C	< 0° C	Polar	Hequistoterma

2. Límite entre climas secos B y húmedos A, C, D

S (lluvias en invierno)		**X'** (lluvia todo el año: intermedio)		**W** (lluvia en verano)	
BW/BS	H/B	Bw/BS	H/B	Bw/BS	H/B
$r \leq t$	$r \leq 2t$	$r \leq t+7$	$r \leq 2(t+7)$	$r \leq t+14$	$r \leq 2(t+14)$
Regimen **S**: tres veces más lluvia en el mes más húmedo de la mitad fría del año que en el mes mas seco		**X'**= lluvia todo el año. Si el máximo es en verano no llega a 10 veces la del mes más seco. Si el máximo es en invierno, no llega a tres veces		Régimen **W**: 10 veces más lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco	
r = Precipitación en cm t = Temperatura en °C		H = Húmedo B = Seco		BW = Seco desértico BS = Seco estepario	
La mitad caliente del año corresponde a los meses de ABRIL a SEPTIEMBRE					

3. Tipos de clima del grupo A



4. Régimen térmico de climas secos BS y BW

Símbolo	Temperatura media anual	Temperatura media mensual		Subtipo
h'	> 18 ° C	> 18 ° C	MES MÁS	muy cálido
h	> 18 ° C	< 18 ° C	FRÍO	cálido
k	< 18 ° C	> 18 ° C	MES MÁS	frío
k'	< 18 ° C	< 18 ° C	CÁLIDO	muy frío

5. Régimen de lluvia de los climas C y D

Símbolo	Características	Tipo de clima
w	10 veces más lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco	lluvioso en verano
s	Tres veces más lluvia en el mes más húmedo de la mitad fría del año que en el mes más seco	lluvioso en invierno
f	Características intermedias. El mes más seco es mayor de 40 mm	lluvia abundante todo el año
x'	Características intermedias	lluvia escasa repartida en todo el año

6. Régimen térmico de los climas C y D

Símbolo	Temperatura media mensual		Características del Verano
a	Temperatura de cuatro meses o más es superior a 10 °C	Temperatura del mes más caliente superior a 22 °C	templado subtropical
b		Temperatura del mes más cálido inferior a 22 °C	templado propiamente dicho
c	Temperatura de menos de cuatro meses es superior a 10 °C	Temperatura del mes más frío superior a -38 °C	frío
d		Temperatura del mes más frío inferior a -38 °C	muy frío

7. Límite de temperatura de los climas polares E

	Temperatura media mensual	Tipo de clima
T	Temperatura del mes más caliente superior a 0° C	de tundra
F	Temperatura del mes más caliente inferior a 0° C	de hielos perpetuos
B	Temperatura del mes más caliente inferior a 10° C	de alta montaña
H	Indica altitud	

8. Rangos de oscilación

Símbolo	Características	Tipo
i	Oscilación < 5° C	isotermal
i'	Entre 5° y 7° C	con poca oscilación
e	Entre 7° y 14° C	extremoso
e'	Oscilación > 14° C	muy extremoso

DISTRIBUCIÓN GENERAL DE LOS GRUPOS CLIMÁTICOS DE KÖPPEN EN MÉXICO
(Mapa de Climas según Köppen)

En amplias zonas de México están representados los de climas *A*, *B* y *C* de Köppen; los climas *D* no existen en un país tropical como el nuestro y los climas *E* se encuentran sólo en áreas muy reducidas.

Grupo de climas A (tropicales lluviosos, con temperatura media del mes más frío mayor de 18° C).

Los climas *A* se extienden a lo largo de las vertientes mexicanas de ambos mares. En la del Pacífico desde el paralelo 24° norte hacia el sur y abarcan desde el nivel del mar hasta una altitud de unos 800 o 1 000 m.

Por el lado del Golfo de México comprenden desde el paralelo 23° norte hacia el sur a lo largo de la llanura costera y de la base de los declives correspondientes de la Sierra Madre Oriental y de las montañas del norte de Chiapas; se encuentran, también, en la mayor parte de la península de Yucatán, así como en algunas zonas interiores, tales como la Cuenca del Balsas y Depresión Central de Chiapas en donde se extienden hasta una altitud de 1 300 m (Brichambaut, 1985: 136).

Grupo de climas C (templados lluviosos, con temperatura media del mes más frío entre – 3° y 18° C y la del mes más caliente mayor de 10° C).

De acuerdo con las características mencionadas, existen en México amplias zonas con clima *C* que se localizan en las zonas montañosas o llanuras de altitud superior a 800 o 1 000 m, en lugares en donde la temperatura media de un mes, por lo menos, desciende por debajo de 18° C. Los límites entre estos climas y los climas *A*, *B* o *E* dependen de la altitud, de la latitud y de la exposición a los vientos húmedos; en los lugares que se encuentran directamente expuestos a la influencia de vientos húmedos, la transición es de climas calientes húmedos *A* a climas *C*, en cambio, en las zonas menos expuestas a dichos vientos la transición es de climas secos *B* a climas *C*.

Grupo de climas B (secos)

Debido a la situación de la República Mexicana con respecto a la zona subtropical de alta presión, y a la orientación general de sus principales sierras, existen en nuestro país, especialmente en su mitad septentrional, amplias regiones con climas áridos *BW* o *BS*.

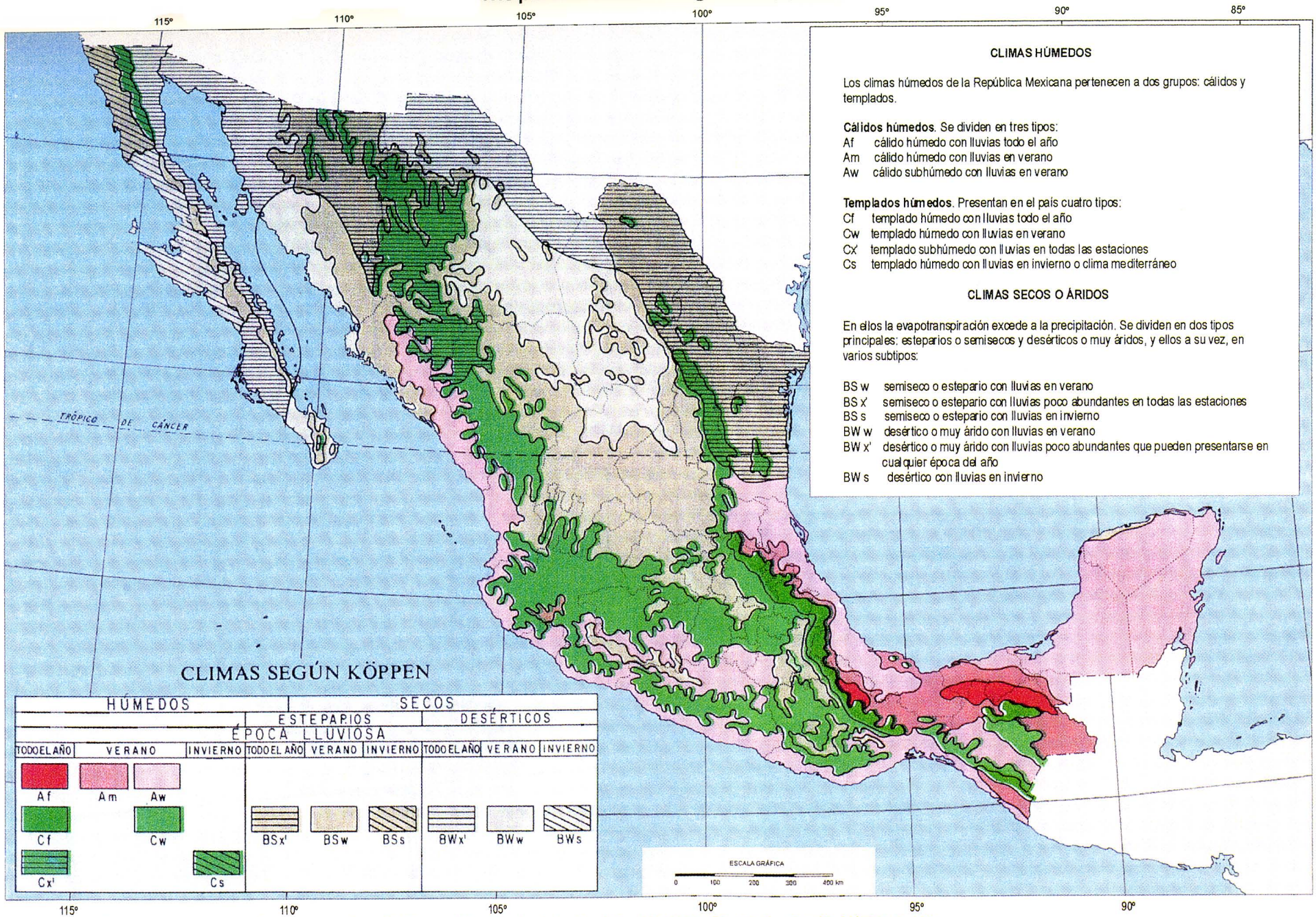
Los climas *BW* se localizan en la parte norte de la Altiplanicie Mexicana a altitudes menores de 1500 m, así como en la porción de la llanura costera del Pacífico situada al norte del paralelo 25° norte y en las zonas litorales de la península de la Baja California, si se exceptúa el extremo noroeste de la misma en donde el clima es *BS*.

Los climas *BS* se encuentran bordeando a los *BW* en la parte norte de la Altiplanicie, así como en los declives de la Sierra Madre Occidental que se elevan de la llanura costera del Pacífico al norte del paralelo 23° norte, y en la porción central y noroeste de la península de Baja California. Se extienden, además en las zonas interiores del centro y sur del país que se encuentran menos expuestas a la influencia de los vientos húmedos del mar, como sucede en algunas porciones de la parte sur de la Altiplanicie, en regiones de la parte más baja de la Cuenca del Balsas y en las cuencas altas de los ríos Verde, Mixteco, Tlapaneco, Papaloapan y Tehuantepec.

Grupo de climas E (fríos, con temperatura media del mes más caliente menor de 10° C).

Los climas *E* en México se encuentran en áreas reducidas correspondientes a la parte más alta de las grandes montañas del centro del país, en donde la temperatura media del mes más caliente, debido al considerable aumento en altitud, desciende por debajo de 10° C.

Mapa de climas según Köppen



CLIMAS HÚMEDOS

Los climas húmedos de la República Mexicana pertenecen a dos grupos: cálidos y templados.

Cálidos húmedos. Se dividen en tres tipos:

Af cálido húmedo con lluvias todo el año
Am cálido húmedo con lluvias en verano
Aw cálido subhúmedo con lluvias en verano

Templados húmedos. Presentan en el país cuatro tipos:

Cf templado húmedo con lluvias todo el año
Cw templado húmedo con lluvias en verano
Cx' templado subhúmedo con lluvias en todas las estaciones
Cs templado húmedo con lluvias en invierno o clima mediterráneo

CLIMAS SECOS O ÁRIDOS

En ellos la evapotranspiración excede a la precipitación. Se dividen en dos tipos principales: esteparios o semisecos y desérticos o muy áridos, y ellos a su vez, en varios subtipos:

BS w semiseco o estepario con lluvias en verano
BS x' semiseco o estepario con lluvias poco abundantes en todas las estaciones
BS s semiseco o estepario con lluvias en invierno
BW w desértico o muy árido con lluvias en verano
BW x' desértico o muy árido con lluvias poco abundantes que pueden presentarse en cualquier época del año
BW s desértico con lluvias en invierno

Fuente: García de Miranda, E. y Falcón de Gyves Z. (1984) Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana, 6a. edición, Porrúa, México, p. 113.

MODIFICACIONES AL SISTEMA DE KÖPPEN

1. Modificaciones a las designaciones de los climas

Las designaciones que Köppen usó para diversos tipos de clima son evidentemente inadecuadas, o por lo menos confusas, cuando se trata de aplicarlas a los climas de la República Mexicana. En efecto, las designaciones a que nos referimos fueron establecidas con base en formaciones vegetales que constituyen zonas latitudinales, y precisamente estas formaciones vegetales, o bien no existen en México, o bien no coinciden con los tipos climáticos que deben definir. Por consiguiente, fue necesario cambiar en diversos casos las designaciones climáticas de Köppen, para que no produjeran mayor confusión, por otras más adecuadas que son las que se presentan a continuación. Las designaciones originales correspondientes a los grupos climáticos *A*, *B*, *C*, *D*, y *E* se conservan iguales, pues no hemos encontrado motivos para alterarlas.

El clima *Af*, que Köppen llama "clima de selva", es designado en este trabajo como "clima caliente y húmedo con lluvias todo el año", pues en México existen también bajo climas *Aw* (lluviosos) zonas cubiertas de selvas relativamente densas y altas, y a veces verdaderas sabanas en regiones con clima *Af*. El clima *Aw*, designado por Köppen "clima de sabana", es denominado por nosotros "clima caliente subhúmedo con lluvias en verano", pues se consideró que la designación de Köppen no corresponde a la realidad mexicana. En efecto, en la mayoría de los lugares de México que tienen este tipo de clima, la vegetación no es de sabana, sino que predominan otras asociaciones vegetales completamente diferentes, como selvas altas o bajas y frecuentemente más o menos caducifolias.

A los climas *BS*, denominados por nosotros climas secos o áridos, Köppen los denomina "climas de estepa". Aquí, de nuevo, la denominación no corresponde con la vegetación dominante en los climas *BS* de México, en los cuales no hay ordinariamente estepas verdaderas, como en ciertas partes de Rusia, sino que la vegetación más difundida consiste en asociaciones muy diferentes: asociaciones de cactáceas, matorrales espinosos o inermes, etcétera.

Los climas *BW*, designados por Köppen como "climas de desierto", nosotros los hemos denominado "climas muy áridos o muy secos", porque los verdaderos desiertos, en la correcta acepción de la palabra (lugares deshabitados), pueden no corresponder precisamente con zonas áridas, sino que pueden existir en otros muchos climas.

A los climas *Cw*, denominados "climas sínicos" por Köppen, se les ha designado como "climas templados subhúmedos con lluvias en verano".

Los climas *Cf*, llamados de muy diferentes maneras por Köppen ("clima de las hayas", el *Cfb* y "clima virginiano", el *Cfa*), los hemos designado simplemente como "climas templados húmedos con lluvias todo el año".

Los climas *ET* se encuentran en México sólo en los lugares muy elevados de la zona tropical. Por ello, la denominación "clima de tundra" de Köppen no tiene aplicación adecuada. En consecuencia, este tipo de clima se ha denominado "clima frío".

Las designaciones que utiliza Köppen para definir el régimen de lluvias, se cambiaron por otras equivalentes, que indican la ubicación de la estación de lluvias en relación con la estación cálida o la fría, en vez de usar, como lo hace Köppen, la época seca con el mismo fin. Así, para el clima que Köppen denomina "clima con invierno seco" *w* (por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año[4] que en el más seco), se adoptó la designación de "clima con lluvias en verano"; no

[4] Se considera como mitad caliente del año: la temporada mayo a octubre.

importa que a veces el mes más lluvioso no se halle incluido exactamente en esta estación, pues en el caso de que no lo esté, ello puede indicarse usando los símbolos de Köppen: *w'* (mes más lluvioso desplazado hacia el otoño) o *w"* (dos estaciones lluviosas separadas por una temporada seca corta en el verano y una larga en la mitad fría del año).[5]

Empleando el mismo criterio, el clima que Köppen denomina "clima con verano seco" *s* (por lo menos tres veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad fría del año que en el más seco), fue designado por nosotros como "clima con lluvias en invierno"; lo mismo que en el caso anterior, no importa que el mes más lluvioso no esté a veces incluido exactamente en el invierno, pues cuando no lo esté se pueden usar los símbolos de Köppen: *s'* (mes más lluvioso desplazado hacia la primavera) o *s"* (dos temporadas lluviosas en la mitad fría del año separadas por una seca corta en esta estación y una larga en el verano).

2. Modificaciones que se aplican a todos los climas o a varios de los mismos

a) Modificaciones referentes a la temperatura. Köppen utiliza tres criterios diferentes para delimitar los climas de acuerdo con la temperatura. En algunos casos usa con dicho fin las temperaturas medias de los meses más fríos y más calientes; en otros el promedio anual de temperatura y, en otros, finalmente, una período del año con cierta temperatura. En efecto, según el mencionado autor, la temperatura de 18° C para el mes más frío separa a los climas templados húmedos *C* de los calientes húmedos *A*; la de – 3° C para el mismo mes limita a los climas árticos *D* de los templados *C*; la temperatura media de 22° C para el mes más caliente separa a los climas templados con verano caliente *Ca* de los templados con verano fresco *Cb*; por último, la temperatura de 18° C para el mes más caliente delimita a los climas *Bk* de los *Bk'*.

Por otro lado, Köppen utiliza el promedio anual de temperatura de 18° C para delimitar a los climas secos de las bajas latitudes *Bh* de los de las altas latitudes *Bk*. Un período de cuatro meses con temperatura mayor de 10° C sirve de criterio, según este autor, para separar a los climas templados con verano fresco largo *Cb* o *Db* de los templados con verano fresco *Cc* o *Dc*.

De lo expuesto anteriormente, se deduce que los límites térmicos que se usan en la clasificación de Köppen no son comparables entre sí, puesto que no se emplea el mismo criterio para todos. Por lo tanto, se consideró más conveniente utilizar un solo criterio para delimitar los climas de acuerdo con la temperatura, lo que permite análisis comparativos adecuados entre los mismos. Tras de varios ensayos para elegir un criterio común apropiado, se decidió emplear la temperatura media anual. Se intentó en consecuencia hacer una subdivisión de las estaciones de acuerdo con zonas térmicas, para lo cual se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones.

Köppen usa como límite entre los climas calientes y húmedos *A* y los templados húmedos *C* la temperatura media del mes más frío de 18° C; además toma como límite entre las zonas áridas de las bajas latitudes (calientes) y de las altas latitudes (templadas) la temperatura media anual de 18° C; se infiere de lo anterior que la temperatura media indicada podría servir de límite entre los climas templados y los calientes. Pero, por otra parte, Hernández (1923) considera como límite entre la zona templada y la caliente la isoterma de 22.5° C; Brichambaut (1958: 132) estima la temperatura media anual de 22° C como límite de la tierra caliente, y el mismo Köppen juzga como clima con verano caliente al que alcanza temperaturas superiores a 22° C como media del mes más caliente. Por todo lo anterior, llegamos a la conclusión de que puede tomarse la isoterma media anual de 22° C como el límite de los climas cálidos.

[5] Se considera como mitad fría del año: la época de noviembre a abril.

Ahora bien, hay estaciones con temperatura media anual entre 18° y 22° C que, de acuerdo con el criterio de Köppen, pueden resultar con clima cálido o templado, según tengan la temperatura del mes más frío por encima o por debajo de 18° C. Nosotros consideramos que esos climas tienen ciertos rasgos intermedios entre climas cálidos y templados y deben constituir un subgrupo de transición entre ellos. Al subgrupo con estas características lo denominaremos "semicálido". Para designar a los lugares con clima perteneciente a este subgrupo, conservando los símbolos originales de Köppen, cuando, según la clasificación de este autor, una estación con las características del subgrupo resulte incluida en el grupo *C*, se añadirá antes de esta letra el símbolo (*A*) (*A* entre paréntesis) para indicar su tendencia hacia condiciones climáticas del grupo *A*; por el contrario, si una estación con características semicálidas resulta dentro del grupo *A* de Köppen, se le añadirá la letra (*C*) (*C* entre paréntesis) inmediatamente después de la letra *A*, para indicar su tendencia a condiciones climáticas del grupo *C*. De esta manera, se respeta la notación original de Köppen por medio de los símbolos sin paréntesis. Es importante hacer notar que las zonas de este subgrupo de transición *(A) C (fm)*, *A (C) f (m)*, *A (C) m* o *(A) C (m)* [véase más adelante las notaciones *C (fm)* y *C (m)*], son por lo general, las zonas en que prosperan ciertos cultivos importantes, como, por ejemplo, el café. Tienen climas de ese subgrupo las zonas cafetaleras que se encuentran en partes de la región del Soconusco en Chiapas y en la región de Córdoba-Coatepec, en Veracruz.

Por otra parte, se calculó la temperatura media anual a 4 000 m de altitud, que es el límite altitudinal superior de la vegetación arbórea en las partes centrales de México y donde empiezan los climas *E*; dicha temperatura resultó ser, a esa altitud, de 5° C (véase más adelante). De lo anterior, se deduce que los climas *C*, templados, incluyen los lugares que tienen temperatura media anual entre 5° y 18° C. En estos climas, Köppen considera los tipos *Ca* (templados con verano caliente), los *Cb* (templados con verano fresco largo) y los *Cc* (templados con verano fresco corto).

Hay, por otro lado, un grupo de estaciones que pertenecen al tipo *Cb*, y que son bastante más frescas que la generalidad de las *Cb*. En las estaciones con esta clase de clima las asociaciones vegetales dominantes incluyen bosques de oyameles y tienen, tanto en el norte como en el sur del país, la característica de poseer una temperatura media anual inferior a 12° C, como se deduce de la distribución de los bosques de oyameles (Martínez, 1963). A los climas *Cb* con estas características los representaremos con el símbolo *C (b')* y los denominaremos "semifríos con verano fresco largo" para diferenciarlos de los *Cc*, a los que llamaremos "semifríos con verano fresco corto".

A los climas *E*, Köppen los divide en dos tipos: *ET* o "de tundra" y *EF* o de "hielos perpetuos". Como ya se indicó, al *ET* lo denominaremos simplemente "clima frío". Este clima comprende en México los lugares con temperatura media anual entre –2° C y 5° C. Los valores indicados se obtuvieron por cálculo (véase las modificaciones a los climas *E*); el primer valor corresponde a la temperatura media anual que priva a una altitud aproximada de 5 100 m, altitud que se puede considerar el límite inferior de los climas *EF* en México; el segundo valor es, como ya se indicó, la temperatura media anual que existe en México hacia el límite inferior de los climas *ET*, o sea, hacia una altitud de 4 000 m. Los climas con temperatura media anual menor de –2° C son, como ya se indicó, los *EF*, que denominaremos "muy fríos" y corresponden a los glaciales o de hielos perpetuos de Köppen.

Por otra parte, a los climas secos *B* se les darán las mismas denominaciones en cuanto a temperatura que a los climas húmedos de acuerdo con límites similares, de manera que se denominarán climas cálidos *B(h')* a los climas que tienen su temperatura media anual mayor de 22° C y la del mes más frío sobre 18° C, estos climas abarcan casi todos los que Vivó y Gómez (1946) denominan *Bh'*. Hemos denominado "semicálidos" a los que tienen su temperatura media anual entre 18 y 22° C. Éstos pueden tener la temperatura del mes más caliente sobre 18° C y se designarán con el símbolo *Bh' (h)* para indicar que la temperatura media del mes más frío es superior a 18° C, pero a su vez la *(h)* indica que la temperatura media anual

está entre los límites antes señalados. Los climas semicálidos pueden también tener la temperatura del mes más caliente menor de 18° C y en este caso se designarán simplemente con el símbolo *Bh*. Se denominarán "templados con verano caliente" *Bk* a los que tienen su temperatura media anual entre 12 y 18° C y la del mes más cliente sobre 18° C; "templados con verano fresco" *Bk* a los de temperatura media anual entre 12 y 18° C, pero la del mes más cliente bajo 18° C, y "semifríos" *B(k'')* a los de temperatura media anual entre 5 y 12° C.

El resumen general de los límites térmicos de los principales tipos climáticos se inserta en la lista siguiente, y en el resumen detallado al final de este estudio como Apéndice I.

Climas húmedos	Símbolos	Temperatura media anual
Cálidos	*A*	sobre 22° C
Semicálidos	*A (C)*;	entre 18° C y 22° C;
	(A) C	sobre 18° C
Templados	*Ca*; Cb	entre 12° y 18° C
Semifríos	*C (b')*; *Cc*	entre 5° y 12° C
Fríos	*E (T) C*	entre —2° y 5° C
Muy fríos	*EF*	bajo —2° C

Climas secos	Símbolos	Temperatura media anual
Cálidos	*B (h')*	sobre 22° C
Semicálidos	*Bh' (h)*; *Bh*	entre 18° y 22° C
Templados	*Bk*; *Bk'*	entre 12° y 18° C
Semifríos	*B (k'')*	entre 5° y 12° C

b) Modificaciones referentes a la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales. Como es sabido, la República Mexicana es un país montañoso, y las montañas son barreras que imprimen al clima características especiales. Entre las montañas que pueden considerarse como importantes barreras climáticas se encuentran: la Sierra Madre Oriental y las montañas del norte de Chiapas, que impiden la penetración de la humedad del Golfo de México hacia las porciones oeste, norte, central y sur del país. Son importantes, también, la Sierra Madre Occidental y el conjunto de sierras mal definido que divide a la Altiplanicie Mexicana en dos porciones, la norte y la sur que se extiende de noroeste a suroeste entre el paralelo 24° N y el 20° N; todas estas montañas impiden que los "nortes" (vientos del noreste producidos por las masas de aire frío que se desplazan en invierno desde Canadá y Estados Unidos hacia el sur) tengan influencia en los lugares situados al oeste o al sur de ellas y hacen que las temperaturas de invierno de estos lugares no desciendan mucho.

Debido a ello, la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es mucho mayor en los lugares situados al este o norte de estas sierras, como, por ejemplo, la llanura costera del Golfo al norte del Trópico, donde la oscilación es de 12.8° C, que en los lugares situados al oeste o al sur de las mismas, como sucede con la vertiente del Pacífico al sur del Trópico que tiene una oscilación de 4.1° C. Las máximas oscilaciones se encuentran en las porciones norte y noroeste del país que están, además, privadas de la influencia de los vientos húmedos del mar; así por ejemplo, la parte norte de la Altiplanicie posee una oscilación de 11.2° C y la Sierra Madre Occidental al norte del Trópico de 17.2° C, en tanto que la vertiente del Golfo de México al sur del Trópico, aunque está expuesta a los "nortes", no presenta oscilaciones de temperatura tan grandes debido a la influencia marítima (6.9° C).

García *et al.* (1961:140) encontraron que una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales de 7° C marca el límite sur de distribución de la gobernadora (*Larrea tridentata*) y probablemente de otras plantas, y que, en general, los lugares con oscilación mayor de este valor se encuentran al norte del conjunto mal definido de sierras que divide a la Altiplanicie. Por lo tanto, se consideró conveniente adoptar este valor de 7° C como límite entre los climas que tienen poca oscilación del sur de México y los climas extremosos del norte. Los climas con escasa oscilación térmica se encuentran, en general, al sur de las sierras antes mencionadas y del trópico, pero no son todos isotermales *i* (oscilación menor de 5° C), sino que pueden tener oscilaciones mayores, comprendidas entre 5 y 7° C; a estos últimos se les denominó con el símbolo (*i'*). Los climas extremosos de la parte central norte, con oscilación entre 7 y 14° C se distinguirán de los no extremosos (*i, i'*) añadiendo la letra (*e*), y los muy extremosos del noroeste y norte con oscilaciones mayores de 14° C se representarán con el símbolo (*e'*).

Las letras indicadas añadidas a los símbolos de Köppen, proporcionan una representación más satisfactoria de las condiciones térmicas y, por lo tanto, una diferenciación más adecuada de los climas en lo que se refiere a oscilación térmica.

Por ejemplo, Tlacolula, Oaxaca y Chihuahua, Chihuahua, son estaciones que resultan con el mismo tipo de clima *BShw* y que tienen igual temperatura media anual; la diferencia entre sus climas es que el de la primera tiene poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales (*i'*), en tanto que el de la segunda es muy extremoso (*e'*).

c) Modificaciones referentes al régimen de lluvias. Después de clasificar los climas de todas las estaciones meteorológicas de México, empleando las fórmulas apropiadas para cada régimen de lluvias, se agruparon por separado todas las estaciones con régimen de lluvias de verano *w* o *m* (por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad del año en que se encuentra el verano que en el más seco), se calculó el porciento de lluvia invernal de cada una de ellas y se anotó en una tabla el numero de estaciones con porcentajes comprendidos en intervalos dados. Se hizo lo mismo con todas las estaciones con régimen de lluvias de invierno *s* (por lo menos tres veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad del año en que se encuentra el invierno que en el más seco) y, finalmente, con todas las de régimen de lluvias repartidas a través del año *x'* o *f* (intermedias entre las anteriores) (ver tablas I, II y III).

TABLA I. **Régimen de lluvias de verano, según Köppen**

% de lluvia invernal				*número de estaciones*
de	0.0	a	2.0	261
de	2.1	a	4.0	455
de	4.1	a	6.0	220
de	6. 1	a	8.0	132
de	8.1	a	10.0	92
de	10.1	a	12.0	55
de	21.1	a	14.0	24
de	14.1	a	16.0	15
de	16.1	a	18.0	21
de	18.1	a	20.0	4
de	20.1	a	22.0	3
de	21.1	a	24.0	1

TABLA II. Régimen de lluvias de invierno

% de lluvia invernal				número de estaciones
de	28.1	a	32.0	1
de	32.1	a	36.0	1
de	36.1	a	40.0	4
de	40.1	a	44.0	5
de	44.1	a	48.0	7
de	48.1	a	52.0	21
de	52.1	a	56.0	0
de	56.1	a	60.0	1

TABLA III. Régimen de lluvias uniformemente repartidas

% de lluvia invernal				número de estaciones
de	8.1	a	10.0	7
de	10.1	a	12.0	23
de	12.1	a	16.0	29
de	16.1	a	20.0	17
de	20.1	a	24.0	4
de	24.1	a	28.0	4
de	28.1	a	32.0	1
de	32.1	a	36.0	1

Se observa en la Tabla I que una enorme mayoría de las estaciones con régimen de lluvias de verano *w* o *m* tienen sus porcentajes de lluvia invernal comprendidos entre 0 y 10% de la total anual, quedando otras, menos numerosas, con porciento en esta estación entre 10.1 y 18 de la anual y, finalmente, muy pocas con porciento entre 18 y 24 de la anual. Las estaciones de estos dos últimos grupos se encuentran localizadas en las zonas de transición hacia los climas con régimen de lluvias de invierno *s* y próximas o intercaladas con las de régimen *x'*, como sucede en la parte norte de la llanura costera del Golfo de México, en el extremo noreste de la Sierra Madre Oriental, en la porción del declive oeste de la Sierra Madre Occidental que se encuentra en las inmediaciones del paralelo 26° norte y en el extremo sur de la península de Baja California. Estas estaciones tienen un porcentaje de lluvia invernal mayor que la generalidad de las de clima con régimen de lluvias de verano, lo que se traduce en una mayor efectividad de la precipitación para el crecimiento de las plantas. Se hizo necesario por consiguiente hacer resaltar estas características y para ello se intentó una subdivisión de los climas con régimen de lluvias de verano *w*, en dos subtipos: los que tienen un porcentaje alto de lluvias de invierno y los que tienen un porcentaje bajo de lluvias en esta estación. El límite entre ellos pudo situarse en un porcentaje de lluvia invernal de 10.2 de la precipitación total anual. Este valor se obtuvo mediante el cálculo de la cuartila superior Q_3 de una serie de valores constituida por los porcentajes de lluvia de invierno de todas las estaciones meteorológicas con régimen de lluvia de verano de México [ver Apéndice II de este trabajo y Apéndice II de "Larrea y Clima" (García *et al.*)].

Los climas que presentan régimen de lluvias de verano *w*, con un porcentaje de lluvias de invierno mayor de 10.2 de la anual, se designaron con el símbolo *w* (*x'*) para indicar que, además de la lluvia *w* que los caracteriza, poseen cierta cantidad de precipitación invernal que los acerca a los *x'*. El símbolo menos correcto que se empleó en "Larrea y Clima" (García *et al.*, 1961) para describir estas condiciones fue w_8.

El símbolo *w* se empleará exclusivamente para los climas con régimen de lluvias de verano que tienen un porcentaje de lluvia invernal menor de 10.2 de la anual.

Como es natural, al igual que de otras condiciones, la efectividad de la precipitación es mayor en un clima *w (x')* que en uno *w*, y a su vez en aquél menor que en un clima *x'* (con lluvias repartidas a lo largo del año). Por lo tanto, las fórmulas que separan a los climas muy áridos *BW* de los áridos *BS* y a éstos de los húmedos *A* o *C*, tuvieron que ser modificadas para los climas *w(x')*, así en vez de usar las de Köppen r=t+14 y r=2t+28, correspondientes a lluvias de verano *w*, se adoptaron unas intermedias entre éstas y las que se emplean para delimitar a los climas con lluvias repartidas a traves del año *x'* (r=t+7 y r=2t+14). Las fórmulas calculadas para este objeto son: r=t+10.5 y r=2t+21 y constituyen respectivamente, los límites entre los climas muy secos *BWw(x')* y los secos *BSw(x')* o *Cw(x')*.

En general, los lugares de la República situados al sur del Trópico de Cáncer tienen régimen de lluvias de verano con un porcentaje de lluvia invernal menor que el 10.2% de la precipitación total anual, exceptuando los que se encuentran sobre las laderas de la Sierra Madre Oriental y de las montañas del norte de Chiapas que se inclinan hacia el Golfo de México, en donde los "nortes", que dominan durante el invierno, y se cargan de humedad en el Golfo de México, hacen aumentar la precipitación en esta época. Las partes más o menos planas de esta misma vertiente, como la llanura costera del Golfo y la península de Yucatán, tienen ordinariamente menor porcentaje de lluvia de invierno que las antes mencionadas, porcentaje que en la mayoría de los casos es inferior a 10.2 de la anual.

Si se comparan los porcentajes de lluvia de invierno de los lugares situados en la vertiente del Golfo con los de lugares situados en la vertiente del Océano Pacífico o en vertientes interiores, se hallan diferencias muy notables aun cuando dichos lugares pertenezcan al mismo subtipo climático; en efecto, Brichambaut (p.134) dice que la costa del Golfo es más húmeda que la del Pacífico principalmente debido a que en ésta hay una mayor concentración de lluvia en los cinco meses más lluviosos; la lluvia caída en estos meses, en efecto, excede al 95% de la anual en la vertiente del Pacífico. Con objeto de hacer resaltar las diferencias antes mencionadas y hacer la comparación más fácil, se diseñaron gráficas-tipo de la distribución de la precipitación durante el año; para ello se utilizaron los datos que resultan de promediar las precipitaciones medias mensuales y anuales de todas las estaciones que tienen un determinado tipo climático y que se encuentran en una misma región y en una misma vertiente.

Las diferencias observadas se deben principalmente, a que los lugares situados en la vertiente del Golfo, están expuestos, como ya se indicó, a los "nortes" que hacen aumentar considerablemente la cantidad de lluvia invernal. Por el contrario, las otras vertientes están privadas de la influencia de estos vientos por las montañas del centro y sureste de México que constituyen barreras que impiden su penetración.

En la tabla IV se han anotado los promedios de los porcentajes de lluvia invernal de las estaciones con tipo de clima análogo en las diversas vertientes; los números romanos incluidos en la tabla remiten a las gráficas de distribución de la precipitación durante el año, correspondientes a las estaciones meteorológicas cuyos porcentajes se promediaron. Como se ve en la tabla, los lugares situados en la vertiente del Golfo tienen porcentajes de lluvia de invierno mayores que el 5% de la anual; en cambio, los de las vertientes interiores o del Océano Pacífico, al sur del Trópico tienen en general un porcentaje de lluvia invernal menor que esa cantidad. La notación correspondiente al régimen de lluvia de los lugares con porciento de lluvia invernal menor que el 5% de la anual se ha distinguido con la letra (*w*) (*w* entre paréntesis), la cual se añade a los símbolos *w* o *m* de Köppen.

Por otra parte, las estaciones con régimen de lluvias de invierno *s* (Tabla II) tienen porcentajes de lluvia en esta estación, en general, mayores de 28% de la anual, pero las estaciones más numerosas con ese régimen de lluvias son las que presentan porcentajes mayores de 36. Aquéllas que tienen porciento menor de 36 son de transición hacia el clima de régimen de lluvias de verano *w* y se encuentran entremezcladas con las de régimen *x'*. A las estaciones con estas características las diferenciaremos de las típicas *s* (con

TABLA IV. Porcentaje de lluvia invernal de regiones situadas al sur del Trópico

Tipo de clima	Región	Vertiente Golfo	Vertiente Pacífico	Vertientes Interiores	Gráficas
Aw	Llanura costera del Golfo y península de Yucatán	5.8%			I-d
	Llanura costera del Pacífico		1.6%		II-d
	Cuencas interiores			2.3%	III-a
Af(m)	Sierra Madre Oriental y montañas del norte de Chiapas	14.7%			VI-a
Am	Declive del Pacífico de la porción SE de la Sierra Madre de Chiapas		3.1%		IV-b
	Base de la Sierra Madre Oriental y llanura tabasqueña	8.5%			IV-c
C(fm)	Sierra Madre Oriental	8.4%			V-b
C(m)	Sierra Madre Oriental y montañas del norte de Chiapas	5.1%			V-c
C(w)	Sierra Madre Oriental	7.1%			
	Cuencas interiores			2.7%	III-b
	Suroeste de la Altiplanicie Mexicana			2.8%	VI-a-b-c
	Sureste de la Altiplanicie Mexicana			2.1%	VIII-a-b-c
BS	Cuencas interiores			2.1%	III-c

porciento mayor de 36), añadiendo a la letra *s* la letra *x'* entre paréntesis: *s(x')*, para iniciar que tienen también cierta proporción de lluvia en verano que las acerca a las de régimen *x'*.

Como puede verse en la Tabla III, los porcentajes de lluvia invernal de las estaciones que, conforme al criterio de Köppen, resultan con régimen de lluvias uniformemente repartidas *x'* (intermedias entre las *w* y las *s*), se hallan comprendidos entre 8.1 y 36% de la anual. Se puede observar que estos porcentajes son comparables a los más bajos de las estaciones de régimen de lluvias de invierno designadas por nosotros *s(x')* y a los más altos de las de régimen de lluvias de verano *w* o *w(x')*.

Por lo expuesto anteriormente, se observa que tanto las estaciones con régimen de lluvias *w(x')*, como las de régimen *s(x')*, se encuentran próximas a las de régimen de lluvias uniformemente repartidas *x'* o intercaladas entre las mismas. En el noroeste de la República estas estaciones *x'* en realidad son de transición, por una parte entre los climas de régimen de lluvias de verano w y los de régimen de invierno *s*, como sucede en la región que comprende la parte norte de la llanura costera del Pacífico, el declive noroeste de la Sierra Madre Occidental y las porciones central y sur de la península de la Baja California; por otro lado, esos climas *x'* constituyen en el noroeste de México la transición entre los de régimen de lluvias de verano *w* del centro y sur del país y los de régimen de lluvias uniformemente repartidas *f* del sureste de los Estados Unidos.

Todas las estaciones con regímenes *w(x')*, *s(x')* y *x'* constituyen una zona de clima con características similares, por lo que se consideró pertinente reunirlas para constituir un solo tipo climático. Éste se distinguirá por la presencia del símbolo *x'* o *(x')*.

Régimen de lluvias	*Símbolos*	*Fórmulas para separar los climas*		*% de lluvia invernal*
		BW/BS	*BS*/húmedo	
de verano	*w*(*w*), *m*(*w*)	*r*=*t*+14	*r*=2*t*+28	menor de 5
	w, *m*	*r*=*t*+14	*r*=2*t*+28	entre 5 y 10.2
intermedio	*w*(*x'*), *m* (*f*)	(*r*=*t*+10.5)	(*r*=2*t*+21)	mayor de 10.2
(entre verano	*x'*,*f*	*r*=*t*+7	*r*=2*t*+14	mayor de 18
e invierno	*s*(*x'*)	*r*=*t*	*r*=2*t*	mayor de 36
de invierno)	*s*	*r*=*t*	*r*=2*t*	menor de 36

Nota: Las fórmulas entre paréntesis las hemos introducido, las demás son de Köppen.

A continuación se resumen las modificaciones a las notaciones que indican el régimen de lluvias (véase la Tabla 3 del Apéndice I).

3. Modificaciones a fórmulas y descripciones climáticas de Köppen

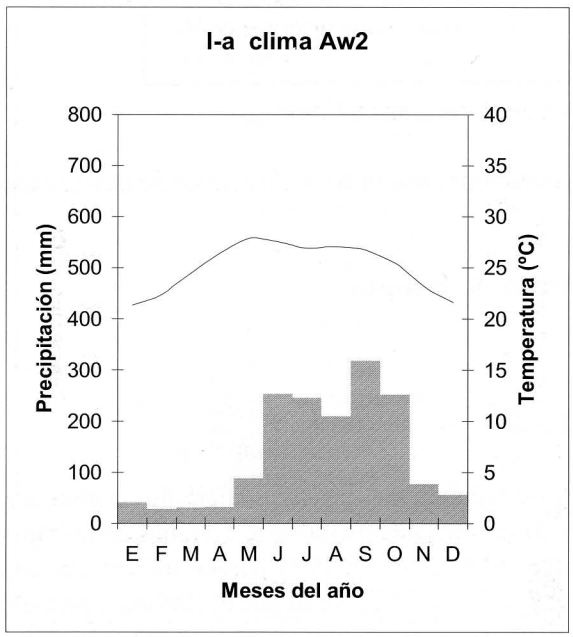
A) Modificaciones al grupo de climas A

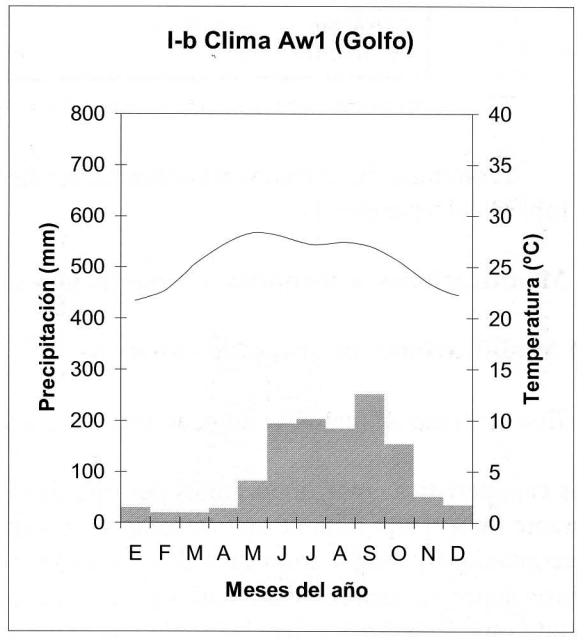
a) Tipo de clima Af (caliente húmedo con lluvias todo el año)

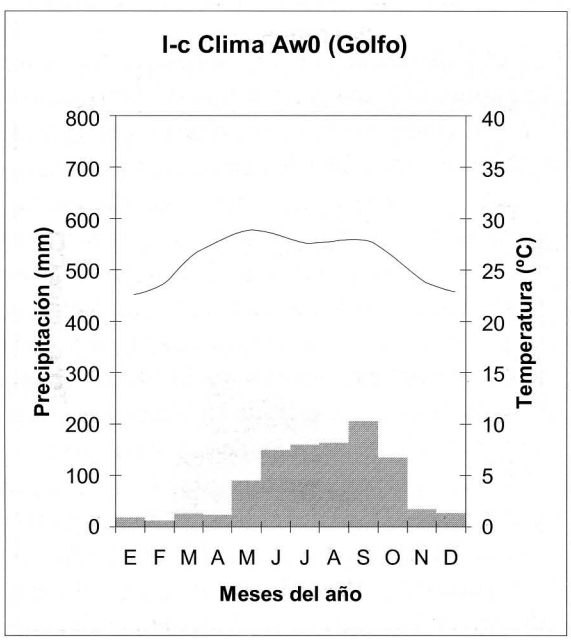
Las características más importantes del tipo de clima *Af* de Köppen son las siguientes: lluvia abundante durante todo el año falta de una estación seca bien definida (el mes menos húmedo con más de 60 mm de precipitación) y temperatura de todos los meses mayor de 18° C. Köppen 1948 parece indicar que estos climas deben ser siempre isotermales y tener oscilación de 0° C hasta 6° C, por lo que el símbolo *i* para ellos resulta superfluo. En México, las zonas con clima *Af*, según las especificaciones antes indicadas, exceptuando la última, se encuentran situadas al sur del paralelo 20° N a lo largo de la base del declive este de la Sierra Madre Oriental y a lo largo del pie septentrional de los plegamientos del norte de Chiapas (Mapa de Climas según Köppen).

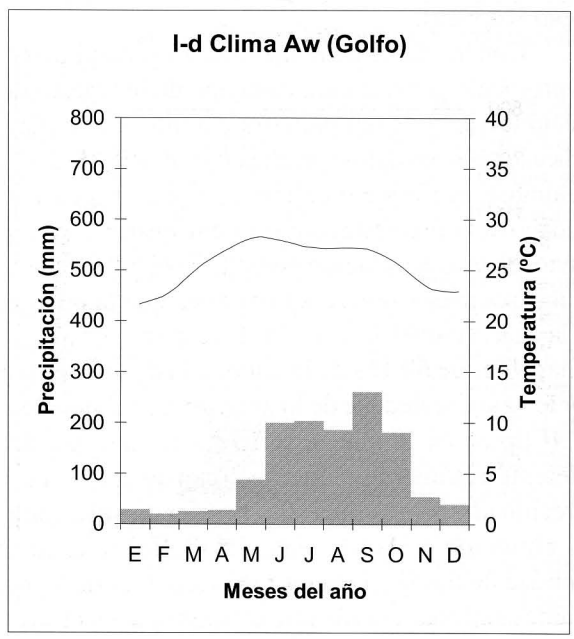
Con los datos de temperatura y precipitación mensual de todas las estaciones con clima *Af* se obtuvo un promedio general para cada uno de los meses del año y se construyó una gráfica-tipo de distribución de precipitación y de temperatura durante el año (Gráfica IV-a). Al comparar tanto los datos como la gráfica indicados con los datos y gráfica (Gráfica IV-d) de distribución de precipitación y de temperatura de Andagoya, Colombia, que tiene un clima *Af* típico, según Köppen, se nota gran diferencia entre ellos. En efecto, en Andagoya la precipitación está uniformemente repartida durante el año, pues durante los seis meses más lluviosos la precipitación constituye el 54% de la total anual, o sea, cerca de la mitad de la del año; además en los tres meses (enero a marzo) en que la precipitación es menor, ésta resulta ser el 23% (es decir, cerca de la cuarta parte) de la anual. En cambio, en México la precipitación en los seis meses más húmedos en las zonas *Af* es de 69.1% de la anual y la de los tres meses (enero a marzo) más secos sólo de 14.7 de la anual. Por lo tanto, se deduce de lo anterior que el tipo de clima *Af* no está bien caracterizado en México, y que sólo es *Af* típico en lo que se refiere a la cantidad de lluvia del mes más seco (más de 60 mm), pero en lo referente a la distribución estacional de la lluvia a lo largo del año y a la cantidad total anual, es mucho más parecido al tipo de clima *Am*. En efecto, si se compara la gráfica-tipo (IV-a) del clima *Af* con la tipo (IV-c) del clima *Am* en la vertiente del Golfo, se encuentra que la única diferencia apreciable entre ellas es la cantidad de lluvia en el mes más seco: más de 60 mm (101 mm) en el *Af* y alrededor de 56 mm en el *Am*. Por lo antes expuesto, se decidió distinguir a los climas *Af* de México de los *Af* típicos, añadiendo al símbolo *Af*

Gráfica I
GRÁFICAS TIPO DE LOS CLIMAS Aw
DE LA VERTIENTE DEL GOLFO DE MÉXICO

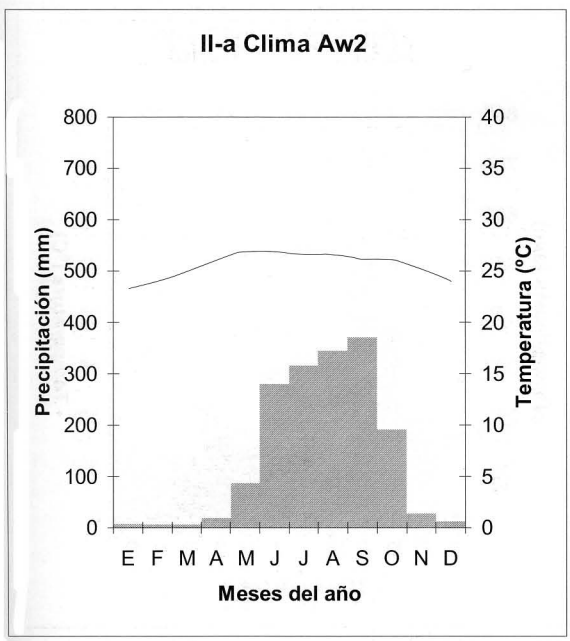


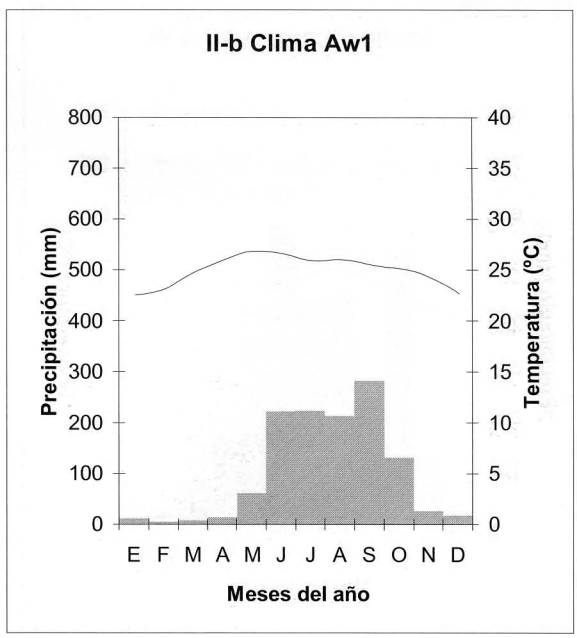


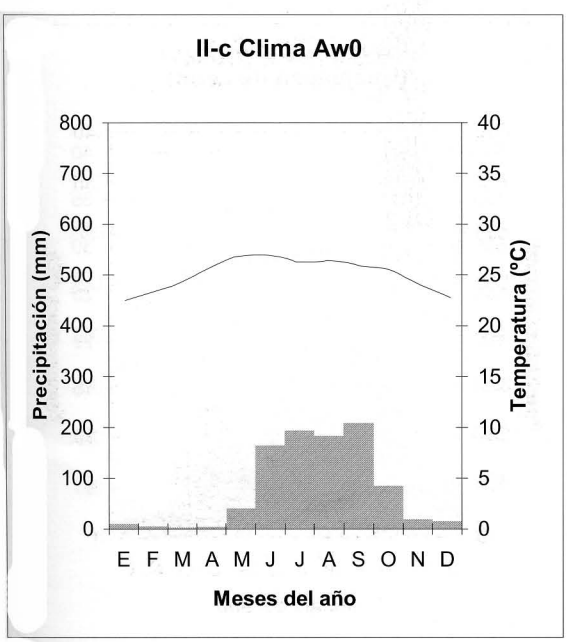


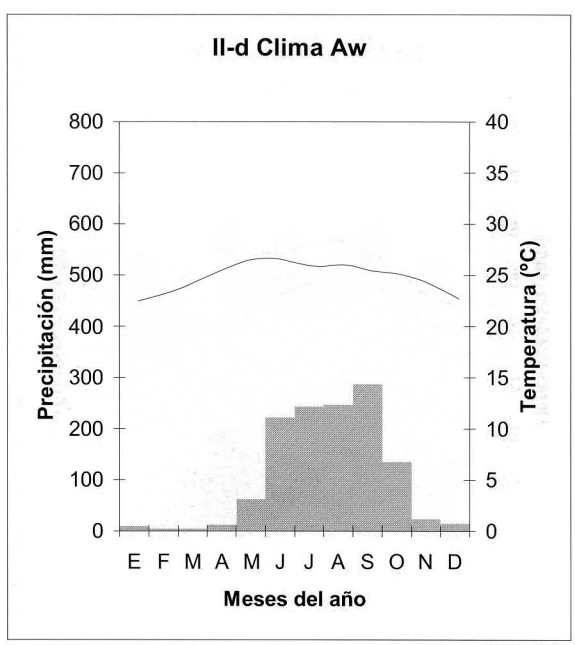


Gráfica II
GRÁFICAS TIPO DE LOS CLIMAS Aw DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO

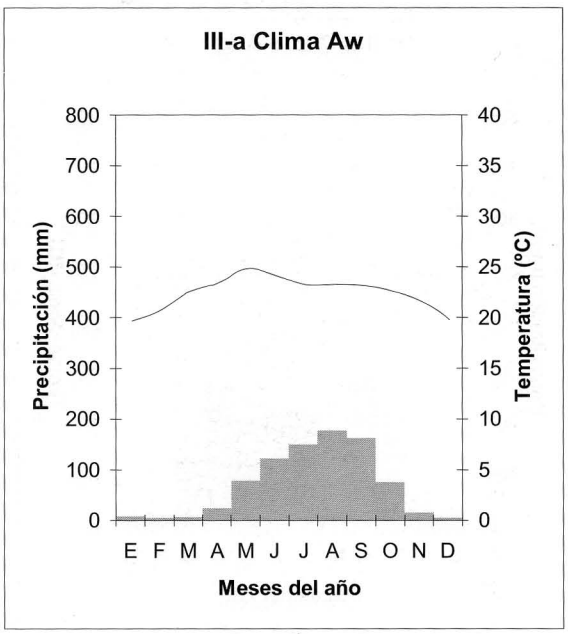


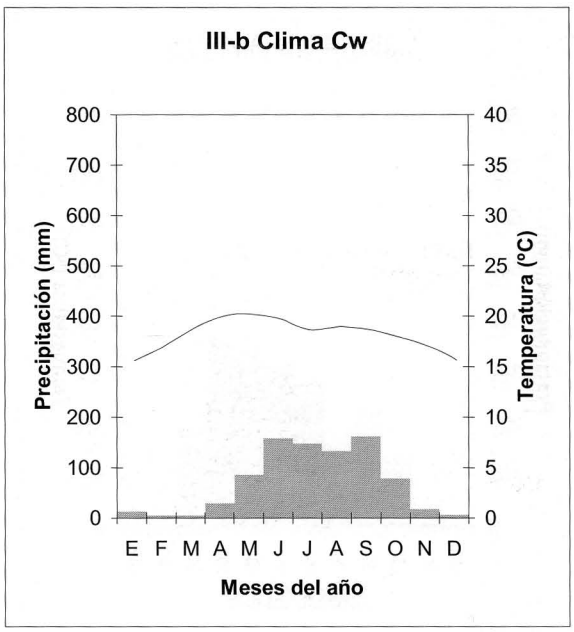


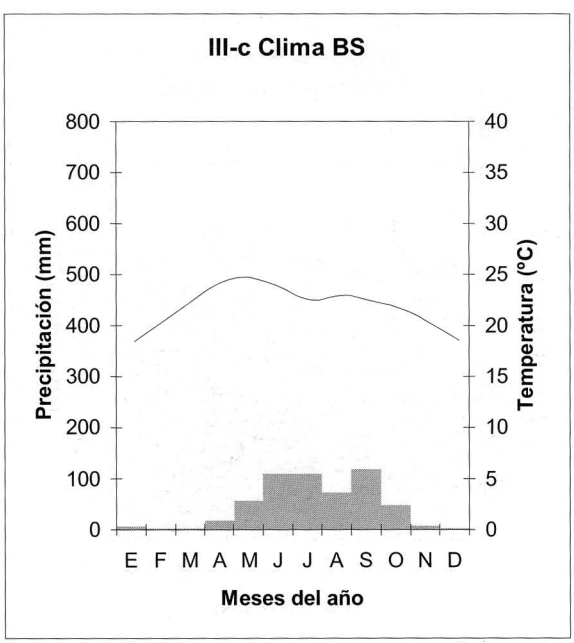


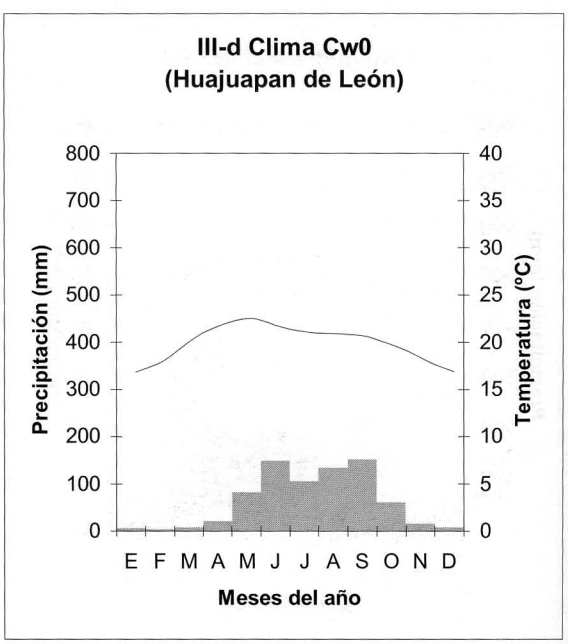


Gráfica III
GRÁFICAS TIPO DE LOS CLIMAS DE LAS CUENCAS ALTAS DE LOS RÍOS PAPALOAPAN, VERDE, MIXTECO, TLAPANECO Y TEHUANTEPEC

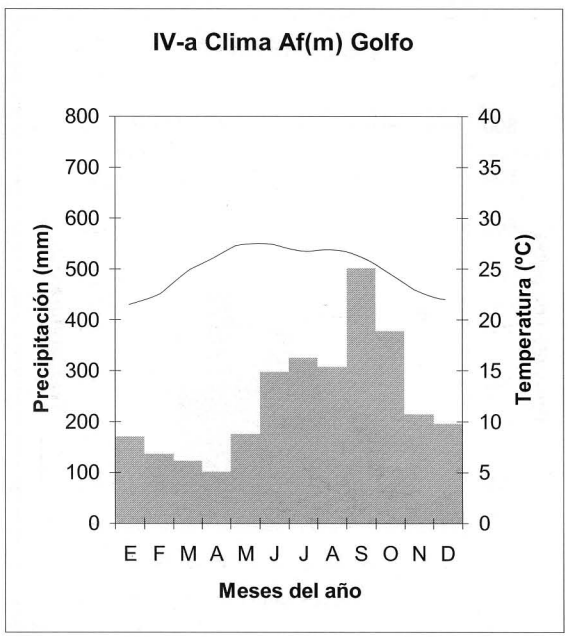


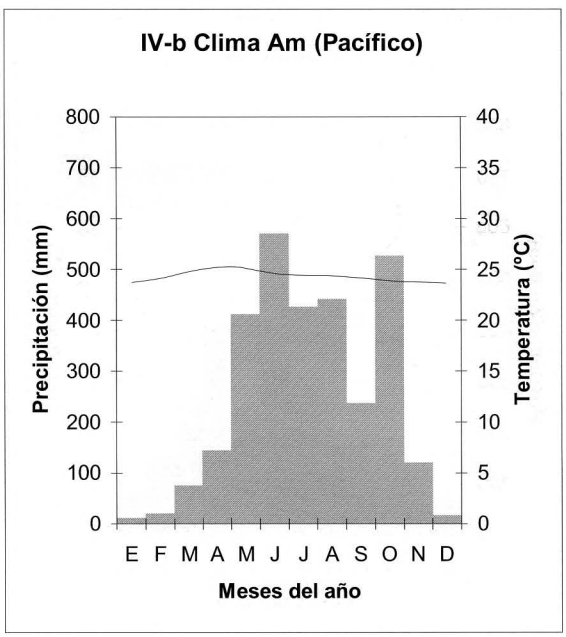


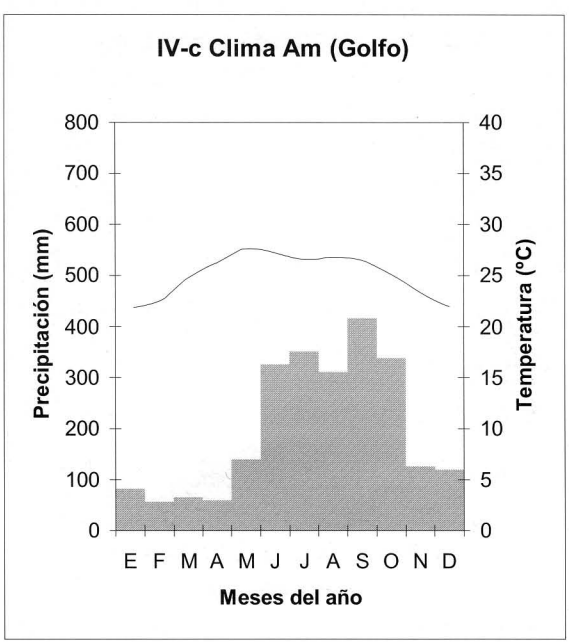


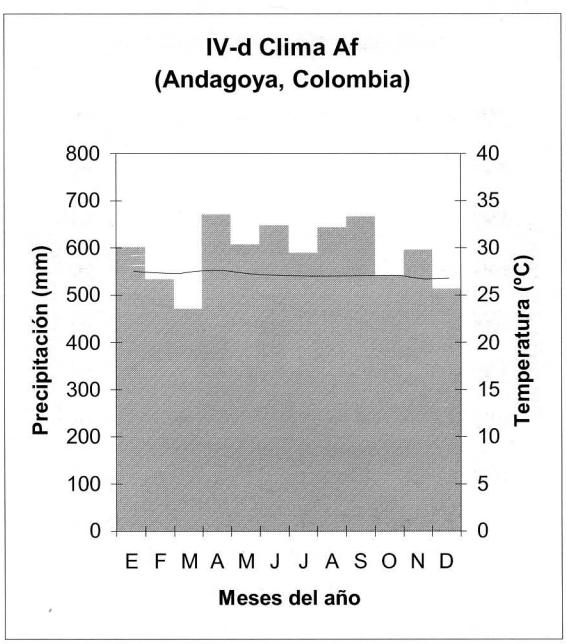


Gráfica IV
GRÁFICAS TIPO DE LOS CLIMAS Af y Am
EN LA REPÚBLICA MEXICANA Y GRÁFICA DE ANDAGOYA, COLOMBIA

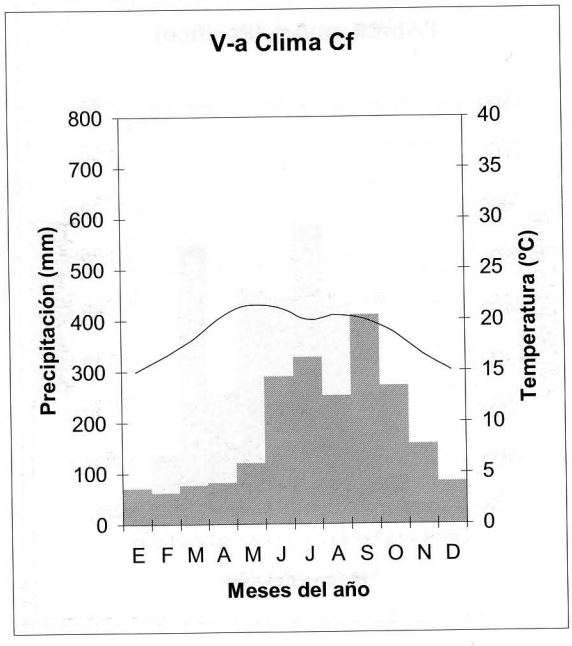


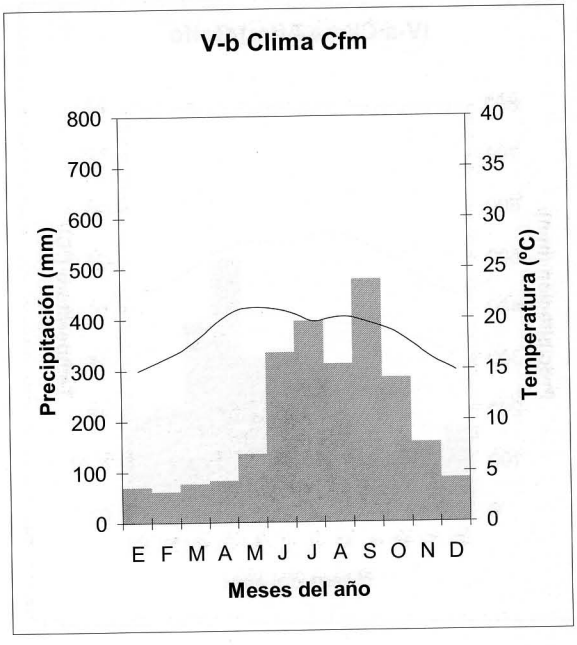


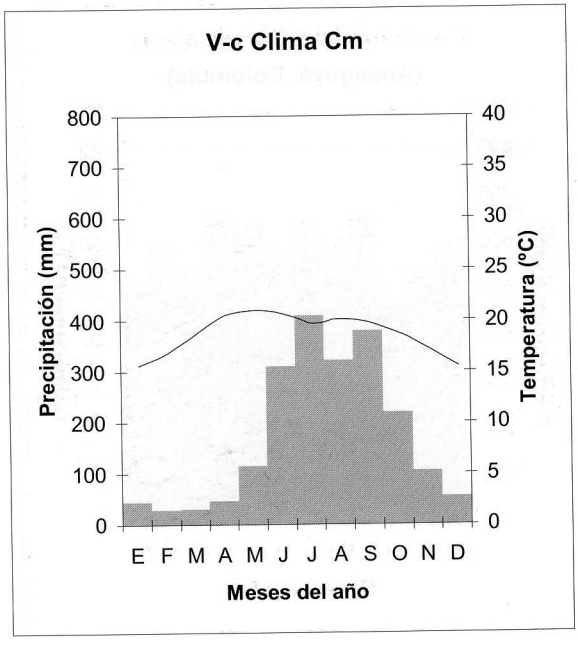


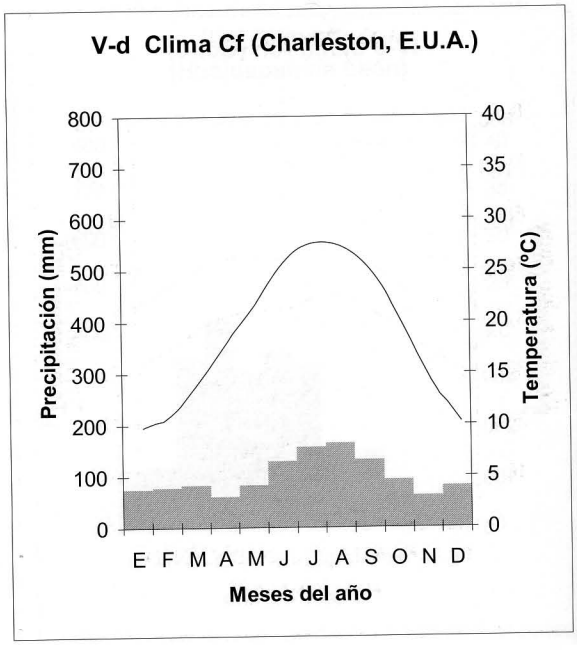


Gráfica V
GRÁFICAS TIPO DE LOS CLIMAS Cf, Cm y C(fm) EN LA REPÚBLICA MEXICANA Y GRÁFICA DE CHARLESTON, EUA

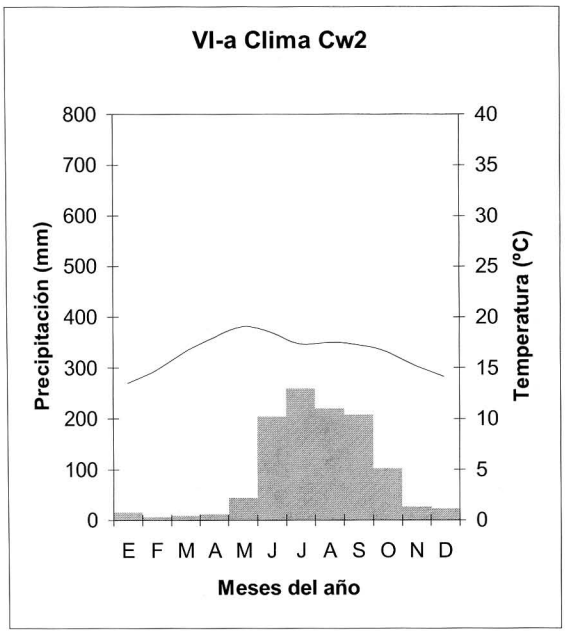


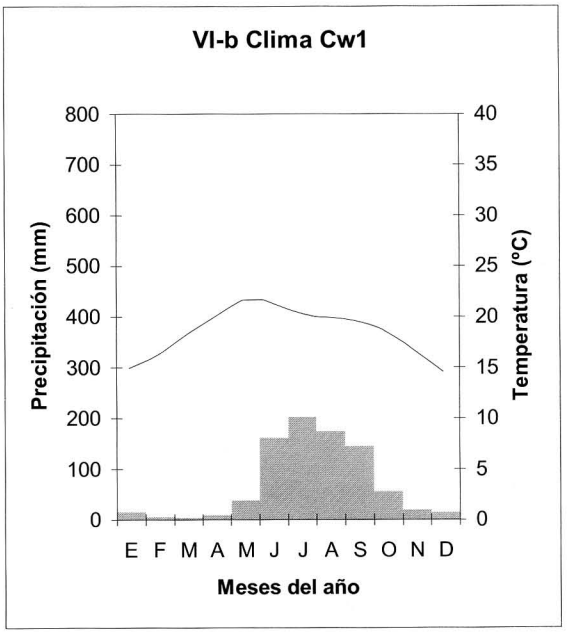


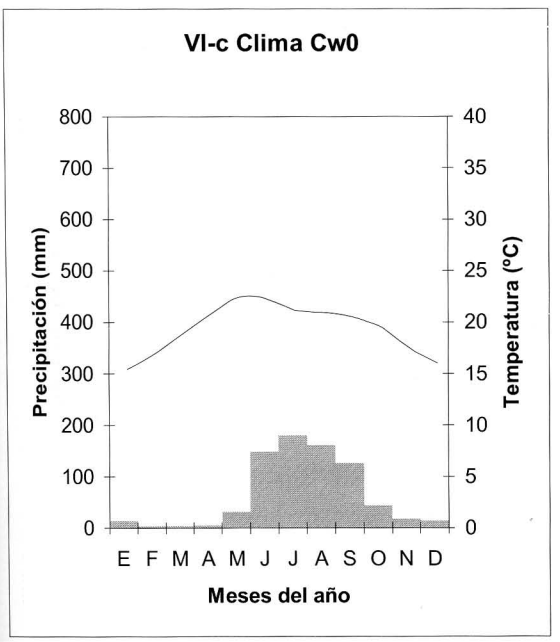


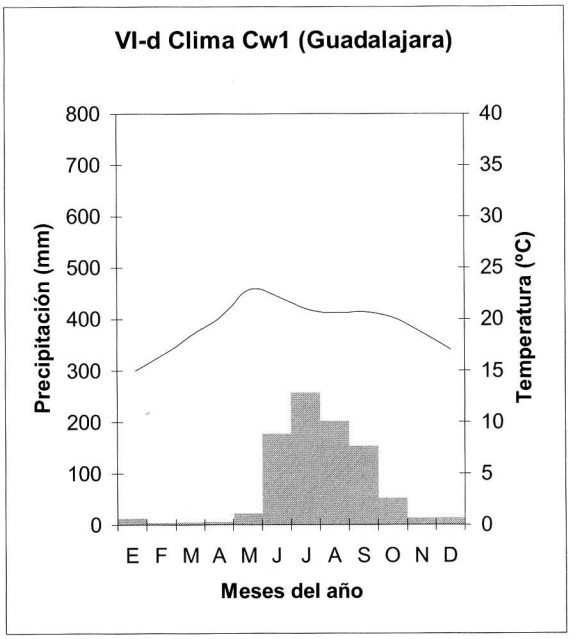


Gráfica VI
GRÁFICAS TIPO DE LOS CLIMAS Cw
EN EL SW DE LA ALTIPLANICIE MEXICANA

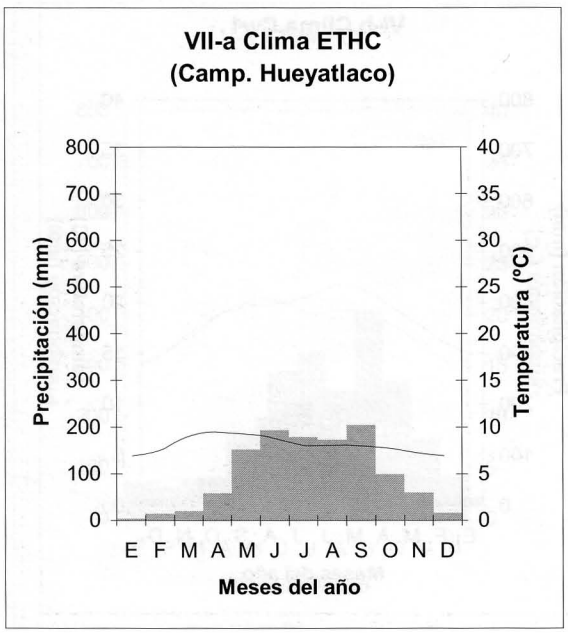


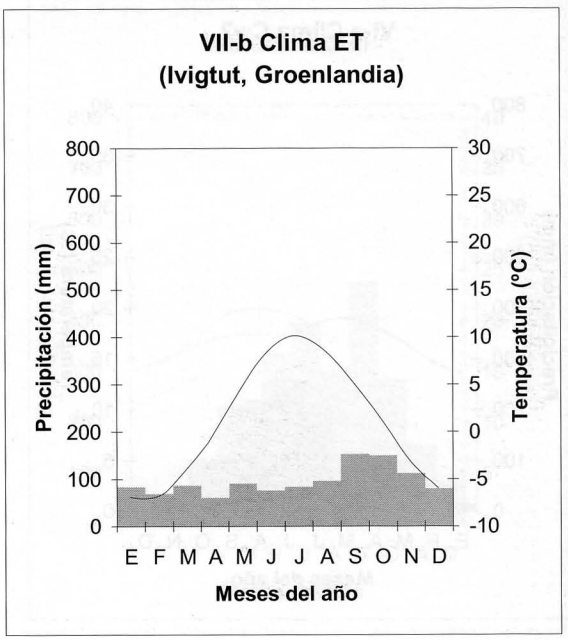


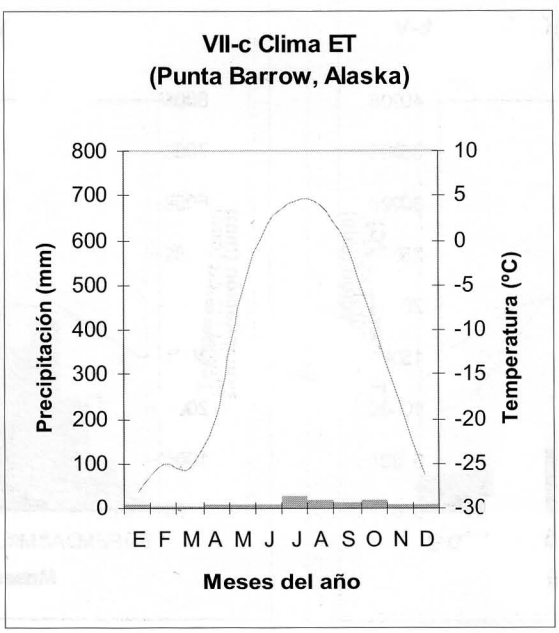




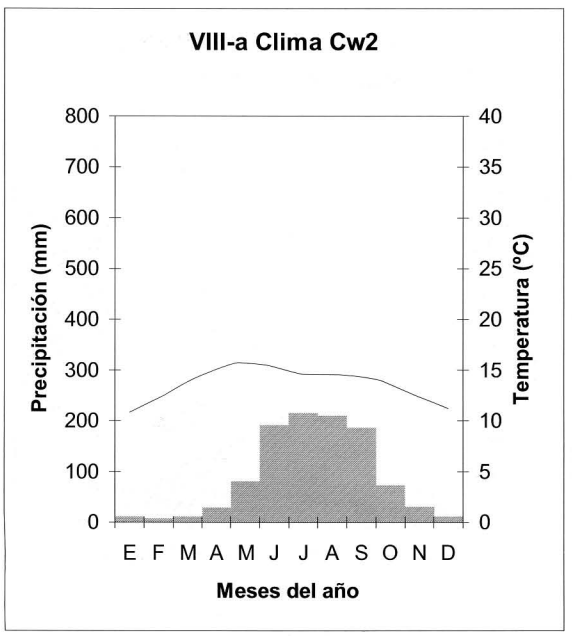
Gráfica VII
GRÁFICAS TIPO DE LOS CLIMAS ET DE KÖPPEN

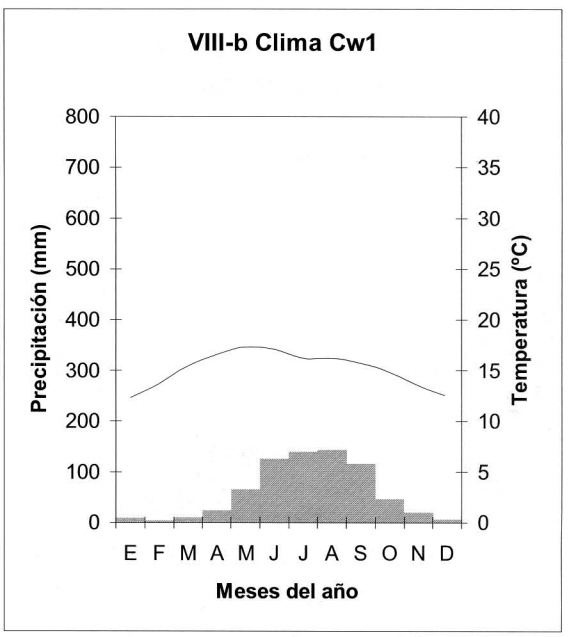


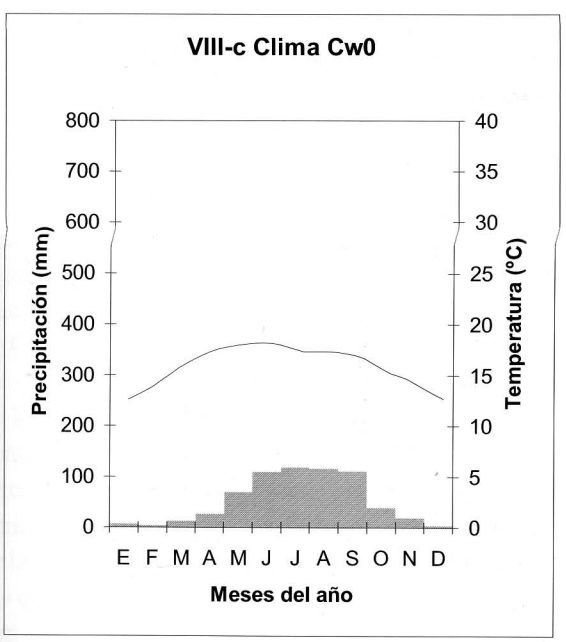


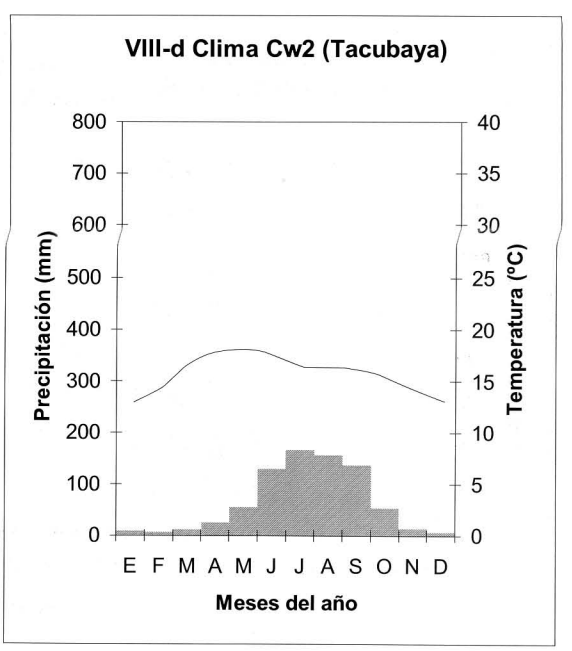


Gráfica VIII
GRÁFICAS TIPO DE LOS CLIMAS C EN EL SE DE LA ALTIPLANICIE MEXICANA

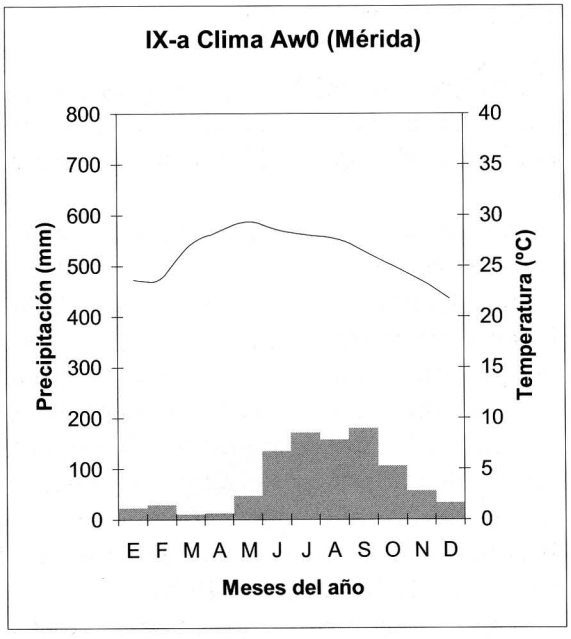


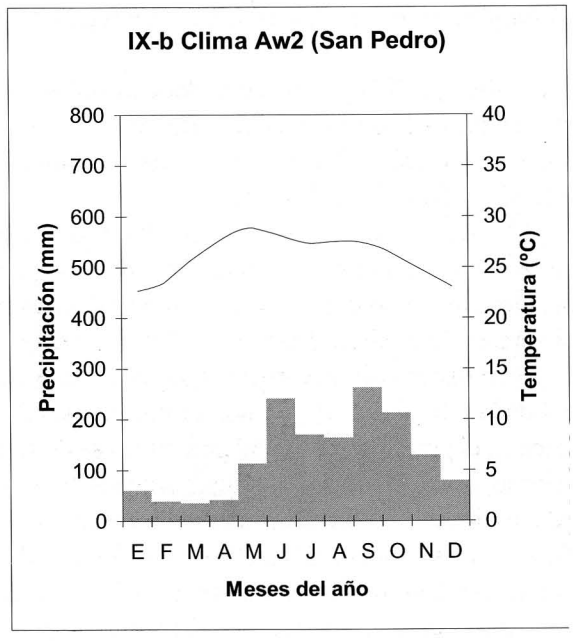


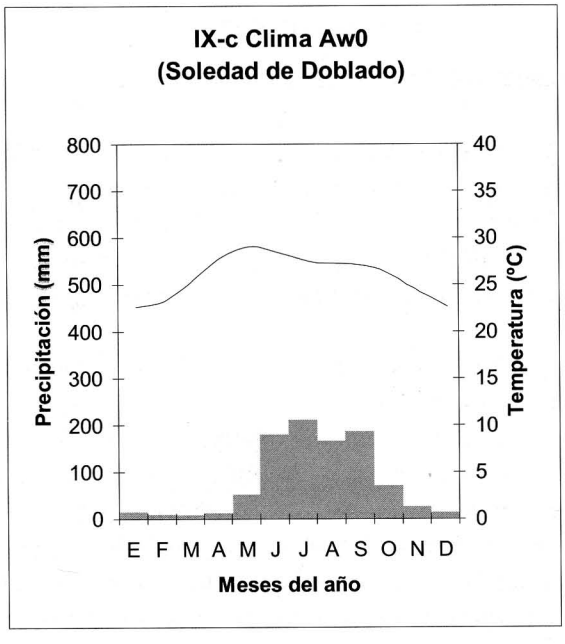


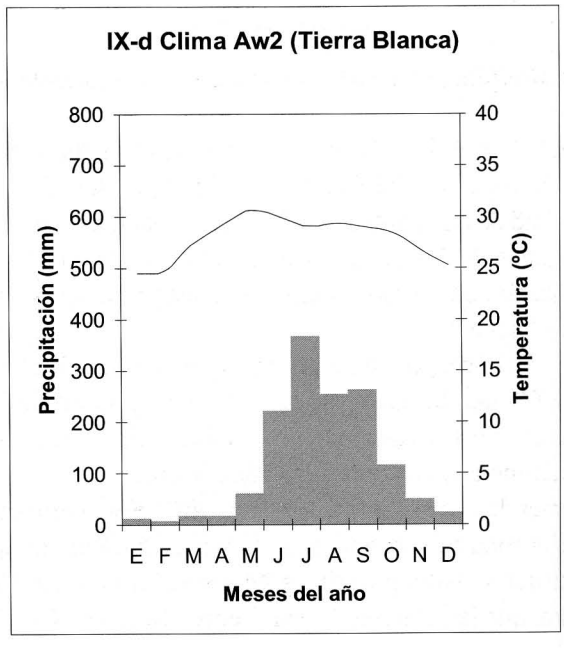


Gráfica IX
GRÁFICAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE ESTACIONES CON CLIMA Aw QUE SE ENCUENTRAN HACIA LOS BORDES MÁS SECO Y MÁS HUMEDO EN YUCATÁN Y LLANURA DEL GOLFO









de los primeros la letra *m* entre paréntesis *Af(m)*, para indicar las características antes expuestas. Lo anterior se confirma también cuando se considera el porcentaje de lluvia de los tres meses más secos por estaciones aisladas que en los *Af(m)* de México es siempre menor de 18% de la precipitación total anual (lo que suele ocurrir también con muchos *Am*), en tanto que en los típicos *Af* de Köppen es siempre mucho mayor que esa cantidad.

b) Modificaciones al tipo de clima Am (caliente húmedo con lluvias en verano)

El tipo *Am*, que Köppen no considera entre los once tipos fundamentales de clima, pero que es muy característico de los lugares húmedos situados al sur del Trópico de Cáncer, se localiza en la llanura tabasqueña, en la base y en el declive este de la Sierra Madre Oriental y en el declive del Pacífico de la porción sureste de la Sierra Madre de Chiapas.

La temporada de mayor precipitación en este clima se encuentra en el verano y parte del otoño que son las épocas en que los ciclones tropicales que afectan a México son más frecuentes y hacen aumentar considerablemente la cantidad de lluvia en la zona con este tipo de clima. Las lluvias en el lado del Pacífico del sureste de la Sierra Madre de Chiapas están repartidas de un modo especial, de manera que existe una temporada seca más acentuada que en el lado del Golfo que posee un clima similar, a pesar de que la cantidad de lluvia puede ser mayor que en esta última región. La diferencia que hay entre ambas regiones radica en el porciento de lluvia invernal, y se debe, probablemente, a la mayor humedad de lado del Golfo en invierno, producida por la influencia de los "nortes". Éstos no sólo originan precipitación orográfica en los declives de las sierras determinando climas *Af(m)*, sino en la parte de la llanura próxima a ellos, en donde el clima se vuelve *Am*. Para los climas *Am* del lado del Golfo, la precipitación invernal es en promedio de 8.5% de la total anual, mientras que del Pacífico es sólo 3.1% de la anual (Gráfica IV-c y IV-b).

Para hacer resaltar estas diferencias de porcentaje de lluvia de invierno entre los lugares situados en ambas vertientes, se ha añadido al símbolo *Am* de las estaciones que tienen un porcentaje de lluvia invernal menor que 5 de la anual, la letra *w* entre paréntesis *Am (w)* (véase modificaciones referentes al régimen de lluvias).

c) Modificaciones al tipo de clima Aw (caliente subhúmedo con lluvias en verano)

En la República Mexicana los lugares con clima *Aw* (Mapa de Climas según Köppen) se extienden a lo largo de la vertiente del Pacífico desde el paralelo 24°N hacia el sur y abarcan desde el nivel del mar hasta una altitud de unos 800 o 1 000 m; por el lado del Golfo de México, se les encuentra al sur del paralelo 23° N, en algunas de las partes más bajas de la llanura costera, y también en la mayor parte de la península de Yucatán, así como en algunas zonas interiores, tales como la Cuenca del Balsas y la Depresión Central de Chiapas.

Se ve, por consiguiente, que este tipo de clima abarca áreas muy extensas de México y que el sistema de Köppen no da sino una idea muy general de las variables condiciones del mismo. En efecto, existen dentro de las zonas *Aw* marcadas diferencias climáticas, aun en distancias relativamente cortas. Estas diferencias pueden observarse claramente si se comparan los datos de precipitación de estaciones que, aun teniendo el mismo tipo de clima *Aw*, se encuentran situadas hacia el borde más seco y hacia el más húmedo de la zona correspondiente (Gráfica IX). Por ejemplo, Mérida, Yucatán (Gráfica IX-a), localidad con clima *Aw* que se halla próxima a una zona clima seco *BS*, tiene mucho menor cantidad de lluvia anual, unos 960 mm, que la estación de San Pedro, Tabasco (Gráfica IX-b), que está cerca a los plegamientos del norte de

Chiapas, y por lo tanto a la zona de clima *Am*, y cuya precipitación anual es de 1 550 mm. Otro ejemplo es Soledad de Doblado, Ver aclauz (Gráfica IX-c), situada en la llanura veracruzana, lejos de la base de las montañas, que posee menos precipitación, alrededor de 952 mm anuales, que Tierra Blanca, Veracruz (Gráfica IX-d), localidad situada en la misma región, pero más próxima a la Sierra Madre Oriental, y que tiene 1 421 mm de lluvia anual.

Estas diferencias, demasiado pequeñas aparentemente para que un sistema tan general como el de Köppen las registre, son, no obstante, muy importantes desde el punto de vista de su influencia en el medio físico, por lo que repercuten de manera decisiva sobre la vegetación, agricultura, etcétera. En consecuencia, resulta obvia la necesidad de poner de manifiesto dichas diferencias mediante la subdivisión del tipo de clima *Aw* de Köppen en varios subtipos. Con objeto de comparar los datos de las diferentes estaciones meteorológicas con clima *Aw* y lograr las subdivisiones convenientes, se tomó como base de comparación el cociente que resulta de dividir la precipitación total anual expresada en mm entre la temperatura media anual en ° C o cociente P/T de cada una de ellas. Este valor representa la relación que existe entre los dos elementos más importantes del clima y es un índice de humedad conocido como índice de Lang (Mohr and Van Baren, 1954: 66).

Se agruparon los cocientes P/T de 340 estaciones de la República Mexicana con tipo de clima *BS* (árido), que es el de jerarquía de humedad inmediata inferior al clima *Aw*, en una serie de valores. Se calculó el máximo teórico (Mx) de esta serie, para el que se obtuvo un valor de Mx=43.2 (Apéndice III)

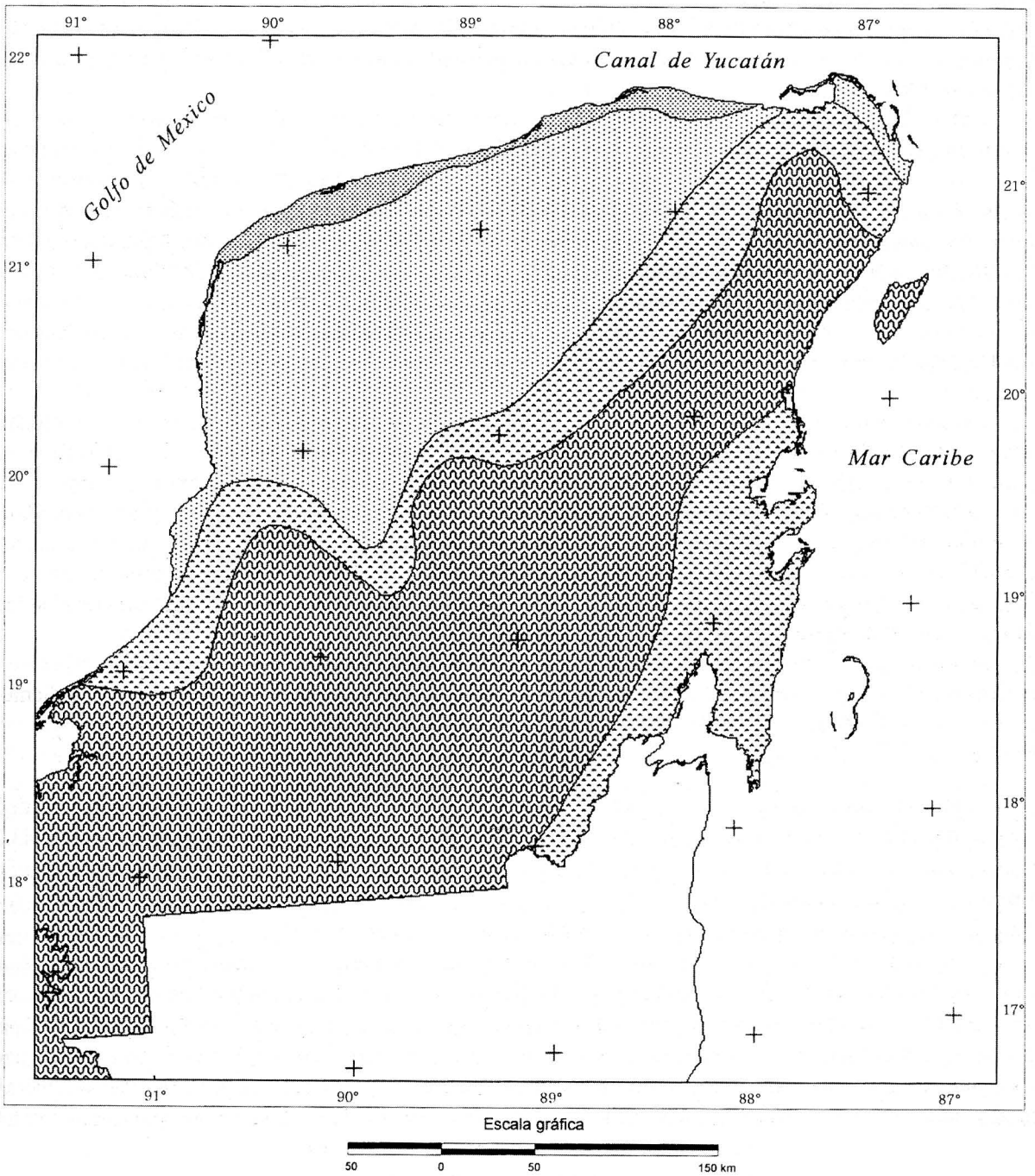
Los cocientes P/T de las estaciones con clima más seco entre las de clima *Aw*, son menores que el valor obtenido para el máximo teórico de la serie de cocientes P/T de los climas *BS*, es decir, son menores que 43.2, por lo teóricamente quedan comprendidos dentro del tipo de clima *BS*. Al conjunto de estaciones de clima *Aw*, cuyo cociente P/T es menor que 43.2 se le consideró como constituyendo un nuevo subtipo climático que se designó con el símbolo Aw_0.

Para obtener el subtipo más húmedo de los climas *Aw* se calculó la cuartila superior Q_3 de la serie de cocientes P/T de todas las estaciones con ese tipo de clima. Al aplicar la fórmula correspondiente, o sea, $Q_3 = \dfrac{li+i3\ (n+1)/4}{Fr}$ F se obtuvo como resultado $Q_3 = 55.3$ (Apéndice IV).

Las estaciones cuyo cociente P/T es mayor que 55.3 son, por consiguiente, las más húmedas de las *Aw* y se designaron con el símbolo Aw_2. Las localidades cuyo cociente P/T está comprendido entre 43.2 y 55.3, es decir, que son intermedias, dentro de los climas *Aw*, en cuanto a su grado de humedad, se clasificaron como Aw_1. De esta manera el tipo de clima *Aw* quedó dividido en tres subtipos atendiendo a su grado de humedad Aw_0 el menos húmedo; Aw_1, el intermedio, y Aw_2 el más húmedo.

Empleando esta subdivisión del tipo de clima *Aw* de Köppen en subtipos, se trazó el mapa de Köppen climas de la península de Yucatán que se presenta en este trabajo. Si se compara este mapa con la porción correspondiente del mapa general de climas de la República trazado según la clasificación original de Köppen (Mapa de Climas según Köppen) se observa que es mucho más detallado que éste. Es importante hacer notar que no sólo se ha logrado expresar, mediante la subdivisión indicada, una correspondencia más adecuada entre los límites de los subtipos climáticos y las variaciones del clima, según se deducen de los datos meteorológicos, sino que, además, se encontró una correlación bastante estrecha y muy significativa entre la distribución de las asociaciones vegetales de la zona mencionada y la de los subtipos climáticos señalados. Puede verse esto claramente cuando se compara el mapa de la distribución de las principales asociaciones vegetales de la península de Yucatán, trazado por F. Miranda (1959: 22 reproducido aquí como Mapa de Vegetación de la península de Yucatán), y nuestro Mapa de Climas de la península de Yucatán, que, como ya se indicó, presenta la subdivisión del clima *Aw* de Köppen en la citada península.

Climas de la península de Yucatán



El haber encontrado esta correlación resultó interesante, porque pudo comprobarse así que el método estadístico empleado para subdividir el tipo de clima *Aw* de Köppen en subtipos, tiene importante significación desde el punto de vista práctico. Por lo tanto, se decidió emplear este método también para subdividir, en subtipos, todos aquellos tipos de clima de Köppen que abarcan zonas demasiado extensas en la República Mexicana, como sucede con el *Cw* y con el *BS*.

B) *Modificaciones referentes al grupo de climas C*

Amplias zonas de la República Mexicana tienen un clima que puede considerarse dentro del grupo *C* de Köppen (húmedo con temperatura media del mes más frío entre –3° y 18° C); no obstante, la mayor parte de los climas *C* de México no cumplen algunas de las otras especificaciones que Köppen propone para definir las características de los climas *C* de su clasificación. Éstos se localizan en las zonas templadas, en tanto que en México la mayor parte de los climas *C* se encuentran dentro de la zona tropical o subtropical, por lo que el factor principal que origina esos climas no depende tanto de la latitud como de la altitud. Por lo tanto, hubo necesidad de modificar las características de Köppen correspondientes a los climas C, por otras más adecuadas para las condiciones de México. Como estas características difieren en cierto grado de las originales de Köppen, los símbolos que las representan se diferenciarán, en este trabajo, de los símbolos de este autor encerrando dentro de un paréntesis la letra o letras que representan condiciones semejantes con límites diferentes y dejando fuera del paréntesis a las que representan condiciones iguales.

A continuación se detallan los cambios referentes a los tipos climáticos del grupo *C*.

a) Modificaciones que se refieren al tipo de clima Cf (templado húmedo con lluvias todo el año). Muy pocas estaciones de México resultan con clima *Cf* según las especificaciones de Köppen, o sea, con menos de diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco y con menos de tres veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad fría del año que en el más seco. Las estaciones que resultan con este tipo de clima se localizan en las vertientes del Atlántico de la Sierra Madre Oriental y de las montañas del norte de Chiapas. No obstante, los climas indicados no son *Cf* típicos, pues tienen ciertas características especiales, la más importante de las cuales es una precipitación invernal en promedio menor que 10.2% de la total anual (9.4%). La gráfica-tipo de distribución de la lluvia en los climas *Cf* de México (Gráfica V-a) muestra una concentración muy marcada de ésta en el verano y principios del otoño (75% de la total anual de mayo a octubre); en cambio, la Gráfica V-d de Charleston, que tiene un clima *Cf* típico según Köppen, es muy diferente, pues la precipitación total anual se descompone en 20% de lluvia invernal y 63% en los seis meses más lluviosos. Por otra parte, si se compara la gráfica-tipo de los climas *Cf* de México (Gráfica V-a) con las gráficas correspondientes de los climas *Af* (*m*) y *Am* (Gráficas IV-a y IV-c), se observa que la distribución de la lluvia es muy semejante en todas ellas.

Según se explicó en páginas anteriores, se consideraron como climas con régimen de lluvias de verano a los que, además de cumplir con las especificaciones de Köppen (diez veces..., etcétera), tienen un porcentaje de lluvia invernal comprendido entre 0 y 10.2% de la anual y son los que llevan los símbolos *w* o *m* de Köppen y los *w* (*w*) nuestros. Ahora bien, la distribución de lluvias indicada más arriba para los climas que en México resultan con la notación *Cf*, muestra porcentajes de lluvia invernal menores de 10.2 o bien, como los de los lugares expuestos a la influencia del monzón *Am* o *Af*(*m*), en general no exceden el 18% de la anual.

Por otra parte, si Köppen fija un límite de precipitación (60 mm en el mes más seco) para diferenciar los climas *Af* de los climas *A*, no hay ninguna razón para que se pueda fijar un límite semejante entre los climas *Cf* y los otros climas *C*. Es natural que debido a la menor temperatura en los climas *C* que en

los climas *A*, la eficiencia de la precipitación sea en los primeros mayor que en los segundos; por consiguiente si para diferenciar a los climas *Af* de los otros climas A se requieren por lo menos 60 mm de lluvia para el mes más seco, para diferenciar un *Cf* de otros *C* se requerirá una cantidad algo menor que ésta. Para fijar la cantidad de lluvia del mes más seco que nos sirva de límite entre los climas *Cf* y los otros climas *C*, se calculó el promedio de temperaturas medias anuales de todas las estaciones meteorológicas con clima *A* de México (463 estaciones) que resultó de 24.9° C; por otro lado, también se calculó el promedio de las temperaturas medias anuales de todas las estaciones con clima *C* de México (435 estaciones), que arrojó un resultado de 17.3° C. Por simples proporciones se dedujo que en los climas *C* se requerirían alrededor de 40 mm de lluvia considerados como *C* y llevar también la letra *f*, es decir, para ser correspondientes a los *Af*. Como la notación *Cf* representa las características fijadas por Köppen para definir un clima ya previamente establecido, y no las características antes mencionadas para climas similares, pero no iguales de México, el símbolo que se empleará para representar el clima con estas últimas será naturalmente algo diferente. En efecto, para ese clima usaremos el símbolo *C (fm)*, en el cual *C* tiene la misma significación y los mismos límites con que es empleada esta letra por Köppen. Las letras *fm* entre paréntesis indican que el clima correspondiente tiene más de 40 mm de lluvia en el mes más seco (*f*) y un régimen de lluvias de verano propio de los lugares expuestos a la influencia de monzones, con porcentaje de lluvia invernal entre 0 y 18% de la anual (*m*). Las letras entre paréntesis, por consiguiente, describen las nuevas características de los climas *C* para las condiciones particulares de México. En el clima *C (fm)* quedan incluidas las estaciones mexicanas con clima *Cf* de Köppen y algunas de las de clima *Cw*, o sea, aquellas cuya precipitación en el mes más seco es mayor de 40 mm.

Hay, por otra parte, un grupo de estaciones que tienen características muy similares a las del clima *C(fm)*, descrito anteriormente, en lo que se refiere a su localización, a la precipitación total anual y a su régimen de lluvias. Estas estaciones tienen más de diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más lluvioso de la mitad del año en que se encuentra el verano que en el más seco, por lo que resultan comprendidas dentro del tipo de clima *Cw* de Köppen. No obstante, aunque tienen menos de 40 mm de lluvia en el mes más seco, por el total de precipitación anual, resultan mucho más húmedas que la generalidad de las de clima *Cw*. Todas estas estaciones se encuentran situadas en las mismas zonas que las de clima *Am*, sólo que a mayor altitud, lo que hace que un mes, por lo menos, tenga una temperatura menor de 18° C. En efecto, si se compara la gráfica-tipo de estos climas (Gráfica V-b) con la gráfica-tipo de los climas *Am* de la vertiente del Golfo (Gráfica IV-c), se observa la gran semejanza entre ellas, siendo la única diferencia apreciable la menor temperatura de la primera en los meses invernales.

Por consiguiente, las estaciones, tantas veces mencionadas en el párrafo anterior, que se hallan tan íntimamente relacionadas con las de clima *Am*, por un lado, y con las de clima *C(f)* por el otro, se agruparon para constituir el subtipo climático al que se denominó *C(m)*. De esta manera, estaciones como Córdoba, Río Blanco, Tantoyuca, etc. que según Köppen resultan con un clima *Cw*, se clasifican ahora dentro del clima *C(m)*, lo que parece ser más conforme con la realidad. El límite entre los climas *C(fm)* y los *C(m)*, como ya se indicó al definir el primero, corresponde a una precipitación de 40 mm para el mes más seco. Por analogía con los climas *A* se calcularon los límites de clima *C(m)* con el clima *C(w)* (véase más adelante la definición de este último clima).

Es natural que debido a la menor temperatura en los climas *C* que en los *A*, la eficiencia de la precipitación sea mayor en los primeros que en los segundos. Por consiguiente, si Köppen considera como clima *Am* al que tiene más 2 500 mm de lluvia en el año cuando la precipitación es nula en el mes más seco, en los climas *C* se necesitará menor cantidad de precipitación anual, cuando el mes más seco tenga 0 mm de lluvia, para que un clima sea considerado como *C(m)*. Ahora bien, utilizando el promedio de temperatura media anual de todas las estaciones con clima *C* y el de todas las de clima *A* de México, se calculó que se necesitarían, como mínimo, alrededor de 1 740 mm de lluvia anual para que un clima *C*, cuya precipitación

en el mes más seco sea de 0 mm, pueda considerarse como *C(m)*.

b) Modificaciones al tipo de clima Cw (templado subhúmedo con lluvias en verano). Como ya se indicó en párrafos anteriores, al conjunto de estaciones con clima *Cw* de Köppen se le substrajeron las estaciones de clima más húmedo para constituir con ellas el nuevo subtipo climático *C(m)* y algunas otras que se incluyeron en el subtipo *C(fm)*. Por todo ello, el símbolo *Cw* del autor mencionado no puede ser usado aquí en su forma original, sino que, en lugar de él se usará la notación *C(w)* para designar al resto de las estaciones que antes se incluían en el clima *Cw* típico.

Las características del tipo de clima *C(w)* son: temperatura media para el mes más frío entre –3 y 18° C; precipitación del mes más húmedo de la mitad del año en que está el verano mayor de diez veces la del mes más seco, precipitación del mes más seco menor de 40 mm y precipitación anual mayor que la que constituye el límite de los climas secos *B* y menor que el límite de los climas *C(m)*.

Más adelante se incluye una gráfica (Figura) que muestra los límites entre los subtipos climáticos *C(fm)*, *C(m)* y *C(w)*.

Los climas *C(w)* se localizan en la mayor parte de las montañas del centro y sur de México, y en la porción sur de la Altiplanicie Mexicana en donde la precipitación orográfica aumenta en verano por los movimientos convectivos del aire y por la influencia de los ciclones tropicales; también se encuentran en las porciones del norte y central de la Sierra Madre Occidental y norte de la Oriental que se encuentran próximas a las zonas con régimen de lluvias uniformemente repartidas *x'*. Los climas *C(w)* de estas dos últimas regiones tienen la característica de poseer una proporción de lluvia invernal relativamente alta (mayor de 10.2% de la anual), por lo que los hemos considerado constituyendo el subtipo que denominamos *C(w) (x')*. Las estaciones situadas en vertientes interiores y en las del Océano Pacífico al sur del Trópico tienen en general un porcentaje de lluvia invernal menor de 5% de la anual, por lo que las hemos reunido para constituir el subtipo climático que denominamos *C(w) (w)* (véase modificaciones referentes al régimen de lluvias).

El tipo de clima *C(w)* abarca, por lo tanto, grandes áreas de las zonas montañosas y mesetas del país en las cuales los dos elementos más importantes del clima, o sea temperatura y precipitación, cambian en distancias relativamente cortas y producen importantes variantes climáticas en lo referente al grado de humedad. Estas variantes, a pesar de ser de importancia, poseen magnitud menor que los cambios que son registrados por el sistema original de clasificación de climas de Köppen.

Para poder incluir las variantes mencionadas en el sistema climático de Köppen modificado hemos tratado de subdividir el tipo de clima *C(w)* en subtipos, como se hizo con los climas *Aw*. Debemos considerar que el tipo de clima *C(w)* como el *Aw*, sigue en grado mayor de humedad al *BS*. Por lo tanto, si el máximo teórico de la serie de cocientes P/T de las estaciones con clima *BS* constituye un límite para separar al subtipo menos húmedo de los *Aw* de los otros climas *Aw*, el mismo valor se podrá utilizar para separar al subtipo menos húmedo de los *C(w)* del resto de estos climas. En consecuencia, el conjunto de estaciones con clima *C(w)* cuyo cociente P/T es menor que 43.2 (máximo teórico de los *BS*) constituye el subtipo más seco de estos climas, al que hemos denominado $C(w_0)$ (Apéndice III).

Por otra parte, se calculó la cuartila superior Q_3 de la serie de cocientes P/T de todas las estaciones meteorológicas con clima *C(w)*, para la que se obtuvo como resultado un cociente P/T de 55.0 (Apéndice V). Este valor de Q_3 en los climas *C(w)* coincide, muy aproximadamente, con el valor encontrado para Q_3 en los climas *Aw*, que resultó ser un cociente P/T de 55.3 (Apéndice IV). Las estaciones meteorológicas con cociente P/T mayor de 55.0 son las más húmedas de las de clima *C(w)*, y se agruparon en el subtipo climático que denominamos $C(w_2)$.

Los climas de las estaciones cuyo cociente P/T está comprendido entre 43.2 y 55.0 se agruparon en un

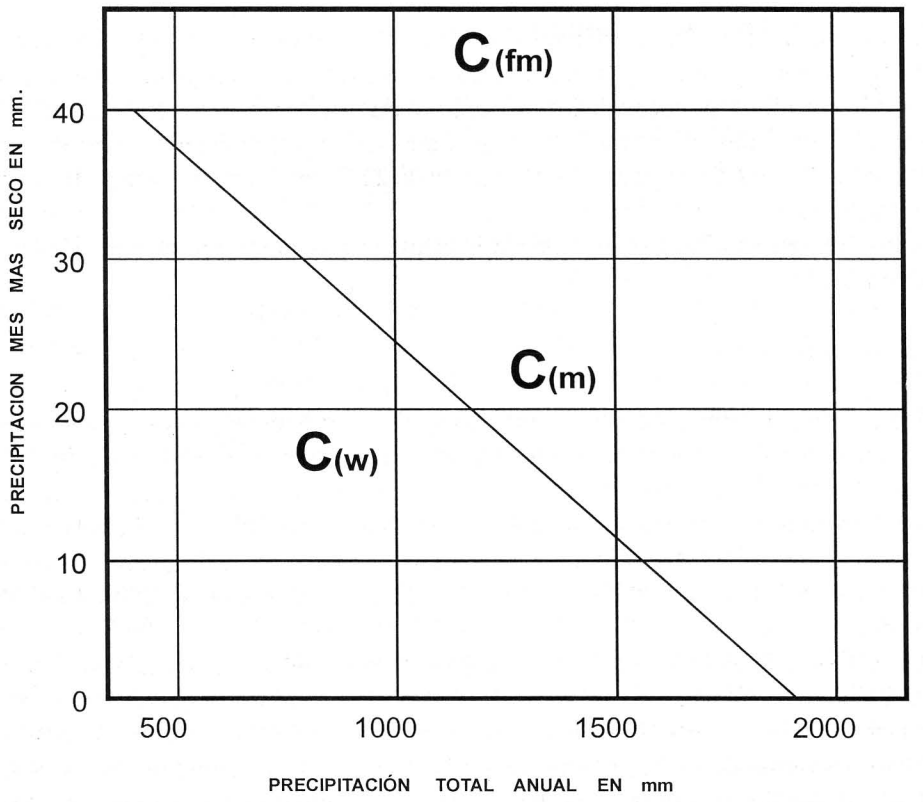


Figura 1

subtipo intermedio, en cuanto a humedad, entre el $C(w_0)$ y el $C(w_2)$, a este subtipo se le denominó $C(w_1)$.

C) Modificaciones referentes al grupo de climas B (secos)

a) Modificaciones referentes al tipo de clima BS (seco o árido). Por su localización (ver Mapa de Climas según Köppen) y por el total de precipitación anual el clima *BS* es intermedio entre los climas muy áridos *BW* y los húmedos *A* o *C,* y participa de algunas de sus características; por consiguiente, el clima *BS* de una estación cercana al límite de los climas húmedos presenta mayor precipitación que una cercana al límite de los muy secos. Estas diferencias climáticas que aparentemente no son muy notables y que el sistema original de Köppen, por ser tan general, no es capaz de distinguir, son importantes desde el punto de vista de su influencia en el medio físico, especialmente en los aspectos de la vegetación, agricultura, etc. Por lo tanto, hubo necesidad de poner de manifiesto estas diferencias, e intentamos hacerlo, como otras veces, mediante una subdivisión del tipo climático *BS* en subtipos, cuyas características nos dieran una idea más detallada de la realidad.

Para tal objeto, se calculó, el máximo teórico de la serie de cocientes P/T

$$\left(\frac{\text{Precipitación anual en mm}}{\text{Temperatura media anual en } ^\circ \text{C}} \right)$$

De todas las estaciones con clima *BW* para el que se obtuvo un valor de 22.9 [Apéndice VI de este trabajo y Apéndice I de "Larrea y Clima" (García *et al.* 1961)]. Los climas *BS* cuyo cociente P/T se encuentra por debajo de este valor son los más secos de los de ese tipo, pues teóricamente se hallarían comprendidos dentro del límite de los climas muy secos *BW*. En consecuencia, se agruparon en un subtipo que se designó con el símbolo BS_0. Los climas *BS* con cociente P/T mayor de 22.9 son los menos secos de los mismos y se designaron con el símbolo BS_1.

Otros cambios referentes a la distribución de las lluvias se encuentran en modificaciones que se aplican a todos los climas.

D) Modificaciones a los climas *E (*fríos)

Como se verá más adelante, el clima *E* ocupa en México extensiones muy pequeñas a grandes altitudes. Sin embargo, la localización de este clima es de mucha importancia teórica, pues uno de sus tipos, el de hielos perpetuos, ha dejado huellas de su existencia en forma de erosión glaciar a lo largo de milenios, desde el Pleistoceno. Ahora bien, precisamente la distribución de esas huellas, en relación con la evolución de otros fenómenos geológicos, ha permitido tener indicios de cambios climáticos en el pasado, así como fechar las épocas en que dichos cambios ocurrieron, las conexiones entre los mencionados cambios y el desarrollo de las culturas humanas, etcétera.

Köppen divide a los climas *E* en dos tipos principales: los *ET* o "climas de tundra" con temperatura media del mes más caliente entre 0 y 10° C, y los climas *EF* o "climas de hielos perpetuos" con temperatura media de todos los meses inferior a 0° C. Por otro lado, el mismo autor (1936, C 29) indica que en los climas *E* de las altas montañas y mesas de las regiones de bajas latitudes "las consecuencias de la disminución de la presión y del aumento de los movimientos verticales del aire a medida que aumenta la altitud, son tan palpables, que resulta apropiado distinguir dichos climas añadiendo una *H* a sus símbolos": resultarían así los climas *ETH* y *EFH*.

Según las especificaciones antes indicadas, los climas *E* se encontrarían en México en áreas reducidas de las partes altas de algunas de las montañas del centro del país, en donde la temperatura media del mes más caliente desciende por debajo de 10° C debido al considerable aumento en altitud. No obstante, la única estación meteorológica que en México resulta con clima *E* es Campamento Hueyatlaco (clima *ET*), cuyos datos de diecisiete años para la temperatura y veinte años para la precipitación, fueron tomados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Se encuentra situada en las laderas occidentales del Iztaccíhuatl, a una altitud de 3 557 m, Las características que de su clima se deducen por el análisis de los datos meteorológicos son bastante diferentes de las que tienen los climas *ET* típicos, que son propios de las regiones subpolares. El clima *ET* de la estación a que nos referimos antes es un clima *ETHC*, en el cual la temperatura media del mes más frío es de 6.4° C (mayor de –3° C). Además, la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es de 3.6° C, de manera que resulta un clima isotermal *i*. Debido a que dicha estación se encuentra situada en la zona tropical, la marcha de la temperatura presenta dos máximos: el primero, que es el mayor, alcanza a 9.2° C en abril, y es, por consiguiente, anterior a la estación lluviosa y al solsticio de verano (símbolo *g* de Köppen); el segundo máximo, muy atenuado por la abundante precipitación, corresponde al verano (Gráfica VII-a). La temperatura media anual es de 7.7° C.

(Nota: También la estación Nevado de Toluca, Estado de México presenta clima *ET*. Véase la base de datos actualizada al final del libro.)

TABLA V

	Sierra Nevada	Sierra Negra Cofre de Perote Pico de Orizaba	Prom.
Gradiente térmico anual	.49	.56	.52
Gradiente térmico del mes más caliente	.52	.60	.56
Altitud a la que empiezan teóricamente los climas *ETH* de Köppen (temperatura del mes más caliente de 10°)	3 349 m	3 369 m	3 359 m
Temperatura media anual a esa altitud	8.3° C	8.1° C	8.2° C
Altitud a la que empiezan teóricamente los climas *EFH* (temperatura media del mes más caliente menor de 0° C)	5 272 m	5 042 m	5 157 m
Temperatura media anual a esa altitud	-1.4° C	-2.3° C	-1.8° C

Utilizando los datos de la estación Hueyatlaco y los de otras estaciones de clima *C* vecinas, calculamos la altitud a la cual en la parte central de México empezarían teóricamente los climas *ETH* y los *EFH* y las temperaturas medias anuales a esas altitudes, con el fin de tratar de relacionar la distribución de estos climas con la de la vegetación y la de las actividades humanas. En primer lugar se calculó el gradiente térmico anual y el del mes más caliente en la zona de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl (Sierra Nevada), utilizando los datos de altitud, temperatura media anual y temperatura media del mes más caliente de las estaciones meteorológicas situadas en sus laderas, como Campamento Hueyatlaco, San Rafael y Río Frío, en el Estado de México, y Apapasco, en el de Morelos. Después, se hicieron las mismas operaciones en la zona del Pico de Orizaba, Sierra Negra y Cofre de Perote para las que se utilizaron los datos meteorológicos de Ciudad Serdán (Chalchicomula), Tecamachalco y Tlacotepec en el estado de Puebla, y los de Jalacingo, Perote, Las Vigas, Jalapa, Orizaba, Córdoba y Villa Jara, en Veracruz. Los resultados de los cálculos indicados se incluyen en la Tabla V.

Como puede verse en esta tabla, los climas, que de acuerdo con las especificaciones de Köppen resultan *ETH*, tienen su límite inferior en la parte central de México a una altitud de 3 359 m en promedio. Según el autor tantas veces citado, la zona principal de lo que él llama pastizales alpinos se halla situada por encima del límite altitudinal del bosque, por lo que el clima *ETH* podría denominarse también clima de los pastizales alpinos ("Almenklima"). No obstante, en la parte central de México, esto no se halla de acuerdo con los cambios de vegetación. En efecto, en dicha región, a la altitud calculada para el límite inferior del clima *ETH* aún se encuentran extensos bosques de oyameles y pinares. Los primeros pueden ascender hasta 3 500 m, en tanto que los pinares se extienden hacia arriba hasta una altitud aproximada de 4 000 m (diversos autores; véase Beaman, 1962), es decir, alcanzan altitudes en que la temperatura del mes más caliente es mucho más baja que en los límites inferiores fijados por Köppen para los climas *ETH*, y que según ese autor serían los que corresponderían aproximadamente al límite de la vegetación arbórea. Resulta evidente, por lo tanto, que las características que este autor usa con el fin de separar los climas *ET* en general de los templados *C* no parecen ser adecuadas para la zonas meridionales de México, en donde, debido al carácter tropical del clima, la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es muy pequeña y, por consiguiente, la temperatura de los meses más calientes, en comparación con lo que sucede

en latitudes más altas, es relativamente baja. Además, debe hacerse notar que la oscilación se va haciendo menor a mayor altitud como lo indican los datos de la tabla que se inserta a continuación.

TABLA VI

Región del Pico de Orizaba	Altitud en m	Oscilación en ° C
Cd. Serdán (Chalchicomula)	2 676	5.1
Perote, Ver.	2 465	5.4
Vigas, Las, Ver.	2 421	5.4
Tlacotepec Pue.	1 975	5.6
Río Blanco, Ver.	1 260	5.7
Orizaba, Ver.	1 248	5.9
Sierra Nevada		
Hueyatlaco, Méx.	3 557	2.8
Río Frío, Méx.	3 000	3.6
San Rafael, Méx.	2 530	4.2
Amecameca, Méx.	2 470	4.9

A diferencia de lo que ocurre en México, los climas *ET* de Köppen (Gráficas VII-b y VII-c), localizados en las zonas circumpolares, tienen como característica importante una gran oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, y como consecuencia, las temperaturas de los meses invernales descienden mucho por debajo de 0° C, en tanto que la de los meses de verano son relativamente altas.

Las condiciones de clima que se tienen en la parte central de México a unos 4 000 m de altitud, o sea, hacia el límite altitudinal de la vegetación arbórea, quizá pudieran ser equiparables en algunas características a las condiciones generales del clima a la latitud a la que comienza la vegetación de tundra (sin árboles) de las altas latitudes. Para determinar las condiciones reinantes en las altas montañas del centro de México hacia la altitud indicada se emplearon los promedios de gradientes térmicos, temperaturas y altitudes de la Tabla V, así como los promedios de temperaturas mínimas extremas de la estación Campamento Hueyatlaco. Con todos estos datos se calcularon los promedios de temperaturas mínimas medias y de mínimas extremas a 4 000 m de altitud (Tabla VII); estas temperaturas en los meses cálidos parecen ser determinantes para el desarrollo de los árboles, permitiendo o no su crecimiento. En efecto, en las zonas subpolares con vegetación de tundra el terreno permanece congelado a cierta profundidad durante todo el año, condición que impide el desarrollo de los árboles. En cierto modo estas circunstancias pueden equipararse con las que prevalecen en las zonas tropicales a altitudes mayores de 4 000 m, en donde las temperaturas medias mínimas y las mínimas extremas están continuamente por debajo o cerca de cero grados en los meses más calientes del año y, por consiguiente, por lo menos en ciertas horas del día, hay formación de hielo en el terreno, impidiendo el desarrollo de la vegetación arbórea (Tabla VII).

La temperatura media anual calculada en las altas montañas de la parte central de México para 4 000 m de altitud es de 5° C y la del mes más caliente de 6.4° C.

Tomando en cuenta lo antes indicado, se consideran como climas fríos *E* (*T*) (*T* entre paréntesis) en México a los que tienen una temperatura media del mes más caliente comprendida entre 0° y 6.5° C; las temperaturas medias anuales varían en este clima entre -2 y 5° C. Por consiguiente, el Campamento Hueyatlaco se clasifica ahora como clima *C* (w_2) (*w*)*c* (semifrío húmedo con lluvias en verano y menos 5% de lluvia invernal).

TABLA VII

Meses	*Promedios de temperatura*			
	Mínimas medias		*Mínimas extremas*	
	Hueyatlaco	*a 4 000 m*	*Hueyatlaco*	*a 4 000 m*
Enero	0.2	-2.1	-2.0	-4.3
Febrero	0.8	-1.5	-2.3	-4.6
Marzo	2.1	-0.2	-0.3	-2.6
Abril	3.2	0.9	0.7	-1.6
Mayo	3.5	1.2	1.2	-1.1
Junio	4.1	1.8	2.1	-0.2
Julio	3.4	1.1	1.8	-0.5
Agosto	3.5	1.2	1.9	-0.4
Septiembre	3.7	1.4	1.6	-0.7
Octubre	2.4	0.1	-0.2	-2.5
Noviembre	1.3	-1.0	-1.2	-3.5
Diciembre	0.3	-2.0	-2.0	-4.3

Por otra parte el tipo de clima *EF* "de nieves perpetuas" de Köppen, que según las especificaciones de este autor empieza en la zona en que el mes más caliente tiene una temperatura de 0° C, parece corresponder con la realidad en México. La altitud calculada para el límite entre el *E* (*T*) y el *EF* resultó de 5 157 m en promedio para la parte central de México y la temperatura media anual a esa altitud de –2° C (Tabla V). En la zona de la Sierra Nevada que se encuentra hacia el interior del país y que por lo mismo tiene gradientes térmicos menores que la zona del Pico de Orizaba, más directamente expuesta a la influencia de vientos húmedos y frescos, la altitud calculada como límite entre los *E*(*T*) y los *EF* resultó de 5 272 m; en cambio, en la zona últimamente indicada dicho límite resultó de 5 042 m. Estos límites coinciden de una manera bastante aproximada con los límites de las nieves perpetuas en estas regiones. White, *et al.* (1956) señala como límite inferior de las lenguas glaciares en el Iztaccíhuatl una altitud promedio de 4 707m, es decir, una altitud menor que el límite calculado por nosotros para las nieves perpetuas, lo que es natural, puesto que los glaciares están alimentados por ellas y avanzan hacia abajo por las pendientes montañosas. White (1954) señala como límite inferior del campo de "nevé" una altitud promedio de 4 883 m en los lados este y noreste del Popocatépetl, e indica asimismo que en el lado sur no hay acumulación de nieve a ninguna altitud. Todo esto es indicación de amplias variantes locales del límite de las nieves perpetuas, debidas a inclinación, exposición, influencia de corrientes de aire caliente, etcétera.

(Nota: las condiciones del Volcán Popocatépetl han cambiado debido a que entró en actividad en diciembre de 1994.)

APÉNDICE I

RESUMEN DE LOS CAMBIOS Y MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA Y DE KÖPPEN PARA ADAPTARLO A LAS CONDICIONES PARTICULARES DE LA REPÚBLICA MEXICANA[1]

I. MODIFICACIONES QUE SE APLICAN A TODOS LOS CLIMAS

1. Modificaciones referentes a la temperatura

a) Climas húmedos

Designaciones para describir las condiciones de temperatura	Símbolo	TEMPERATURA MEDIA		
		Anual	del mes más frío	del mes más caliente
(Muy cálido)	*A*	Sobre 26°	sobre 18°	
(Cálido)	*A*	(entre 22° y 26°)	sobre 18°	
(Semicálido del grupo A)	*A(C)*	(entre 18° y 22°)	sobre 18°	
(Semicálido del grupo C)[2]	*(A)C*	Mayor de 18°	entre —3° y 18°	(sobre 6.5°)
Templado con verano cálido	*Ca*	(entre 12° y 18°)	entre —3° y 18°	sobre 22°
Templado con verano fresco largo	*Cb*	(entre 12° y 18°)	entre —3° y 18°	(entre 6.5° y 22°)
(Semifrío con verano fresco largo)	*C(b')*	(entre 5° y 12°)	entre —3° y 18°	(entre 6.5° y 22°)
(Semifrío con verano fresco corto)	*Cc*	(entre 5° y 12°)	entre —3° y 18°	Además menos de cuatro meses con temperatura mayor de 10°
(Frío)	*E(T)C*	(entre —2° y 5°)	sobre 0°	(entre 0° y 6.5°)
	E(T)	(entre —2° y 5°)	sobre 0°	(entre 0° y 6.5°)
(Muy frío)	*EF*	(menor de —2°)		menor de 0°

[1] Los símbolos y letras entre paréntesis indican condiciones nuevas, así como los subíndices; las descripciones entre paréntesis son también nuevas. Los símbolos y letras, así como las descripciones sin paréntesis, se emplean como en el sistema original de Köppen.
[2] Este subtipo puede llevar también el símbolo "*a*" si la temperatura del mes más caliente es mayor de 22° C. y el símbolo "*b*" si es menor.

b) Climas secos B

Designaciones para describir las condiciones de temperatura	Símbolo	TEMPERATURA MEDIA		
		Anual	del mes más frío	del mes más caliente
(Cálido)	*(h')*	(sobre 22°)	(sobre 18°)	
(Cálido)	*(h')h*	(sobre 22°)	(bajo 18°)	
(Semicálido)	*h'(h)*	(entre 18° y 22°)	(sobre 18°)	
(Semicálido)	*h*	(entre 18° y 22°)	(bajo 18°)	
(Templado con verano cálido)	*k*	(entre 12° y 18°)	(entre —3° y 18°)	sobre 18°
(Templado con verano fresco)	*k'*	(entre 12° y 18°)	(entre —3° y 18°)	bajo 18°
(Semifrío)	*(k")*	(entre 5° y 12°)	(entre —3° y 18°)	(bajo 18°)

2. Modificaciones referentes a la oscilación anual de las temperaturas ***medias mensuales***

Designaciones para describir la oscilación	Símbolo	**Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales**
Isotermal	*i*	**menor de 5°**
(Con poca oscilación)	(*i'*)	**(entre 5° y 7°)**
(Extremoso)	(*e*)	**(entre 7° y 14° C)**
(Muy extremoso)	(*e'*)	**(mayor de 14° C)**

3. Modificaciones referentes al régimen de lluvias

		FÓRMULAS PARA SEPARAR		% lluvia invernal
Régimen de lluvias	Símbolo	BW/BS	BS/húmedo	
De verano: por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco (esto no necesariamente debe cumplirse con los climas m)	*w*(*w*); *m* (*w*)	*r*=*t*+14	*r*=2*t*+28	(menor de 5)
	w; *m*	*r*=*t*+14	*r*=2*t*+28	(entre 5 y 10.2)
	w(*x'*); *m*(*f*)	(*r*=*t*+10.5)	(*r*=2*t*+21)	(mayor de 10.2)
Intermedio entre verano e invierno	*x'*(*w*); *f*(*m*)	*r*=*t*+7	*r*=2*t*+14	(menor de18.0)
	x';*f*	*r*=*t*+7	*r*=2*t*+14	(mayor de 18)
	x'(*s*)	*r*=*t*+7	*r*=2*t*+14	
De invierno: por lo menos tres veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad fría del año que en el más seco	*s*(*x'*)	*r*=*t*	*r*=2*t*	(menor de 36)
	s	*r*=*t*	*r*=2*t*	(mayor de 36)

I. MODIFICACIONES A FÓRMULAS Y DESCRIPCIONES CLIMÁTICAS DE KÖPPEN

1. Modificaciones al grupo de climas A, tropicales lluviosos

a) Tipo de clima Af de Köppen, precipitación del mes más seco mayor ***de 60 mm***

Símbolo	% de **lluvia invernal con respecto a la anual**
A(*f*)	**(mayor de 18)**
Af(*m*)	**(menor de 18)**

b) Tipo de clima Am de Köppen, no necesariamente debe tener por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco. Para separarlo del *Af* y del *Aw* debe usarse la gráfica de la página 17.

Símbolo	% de lluvia invernal con respecto a la anual
Am(f)	(mayor de 10.2)
Am	(entre 5 y 10.2)
Am(w)	(menor de 5)

c) Tipo de clima Aw de Köppen (subhúmedo con lluvias en verano) por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco.

Símbolo	*Cociente P/T*	*Designaciones*
Aw_0	(menor que 43.2)	(el más seco de los subhúmedos)
Aw_1	(entre 43.2 y 55.3)	(intermedio entre Aw_0 y Aw_2)
Aw_2	(mayor que 55.3)	(el más húmedo de los subhúmedos)

2. *Modificaciones al grupo de clima C*, templados húmedos, con temperatura media del mes más frío entre —3 y 18° C y la del mes más caliente mayor de 6.5° C.

a) Tipos de clima Cf y Cw de Köppen

C(f) Precipitación del mes más húmedo de la mitad caliente del año menor de 10 veces la del más seco en régimen de lluvias de verano; precipitación del mes más húmedo de la mitad fría del año menor de tres veces la del más seco en régimen de lluvias de invierno y ésta mayor de 40 mm (% de lluvia invernal mayor de 18 de la anual).

C(fm) (Precipitación del mes más seco mayor de 40 mm).
(% de lluvia invernal con respecto a la anual menor de 18).

C(m) (Precipitación del mes más seco menor de 40 mm).
(% de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la anual).
(límite con el *C(w)* conforme a la Figura).

C(m)(w) (Precipitación del mes más seco menor de 40 mm).
(% de lluvia invernal menor de 5 de la anual).
(límite con el *C(w)* conforme a la Figura).

C(w) (Precipitación del mes más seco menor de 40 mm).
Por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco.
(límite con el *C(m)* conforme a la Figura).

C(w)(w) Como el anterior (% lluvia invernal menor de 5 de la anual).

c) Tipo de clima Cs (templado húmedo con lluvias en invierno). Por lo menos tres veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad fría del año que en el más seco.

Símbolo de los subtipos	*% de lluvia invernal con respecto a la anual*
C(s)(x')	(menor de 36)
C(s)	(mayor de 36)

3. *Modificaciones al grupo de climas B, secos*

a) Tipo de climas BS (seco o árido) con régimen de lluvias de verano.

Símbolos de los subtipos	Cociente P/T	Designaciones
BS_0	(menor que 22.9)	(el más seco de los BS)
BS_1	(mayor que 22.9)	(el menos seco de los BS)

4. *Modificaciones al grupo de climas E,* fríos

Tipo de clima ET de Köppen

E(T)H (temperatura media del mes más caliente entre 0° y 6.5 ° C).
(temperatura media anual entre -2° y 5° C).

Tipo de Clima EF de Köppen

EF (temperatura media del mes más caliente menor de 0° C).
(temperatura media anual menor que -2° C).

III. RESUMEN DE LOS CLIMAS QUE SE HAN OBSERVADO EN MÉXICO EMPLEANDO EL SISTEMA DE KÖPPEN MODIFICADO

1. *Grupo de climas A*, tropicales lluviosos, con temperatura media del mes más frío sobre 18° C

a)	Para todos los climas:	*A*	
a')	Por su temperatura:	*A*; *A(C)*	(véase inciso 1 de I)
a'')	Por su oscilación:	*i*; (*i'*); (e); (e')	(véase inciso 2 de I)

Subtipos	Variantes climáticas			
b) Tipo de clima *Af*:	*Af*			*A(C)f*
	Af(m)			*A(C)f(m)*
	(véanse incisos 1 y 3 de I, y 1 de II)			
c) Tipo de clima *Am*:	*Am*			*A(C)m*
d) Tipo de clima *Aw*:	Aw_0	$Aw_0(w)$;	$Aw_0(x')$	
	$A(C)w_0$	$A(C)w_0(w)$;	$A(C)w_0(x')$	

Aw_1	$Aw_1(w)$;	$Aw_1(x')$
$A(C)w_1$	$A(C)w_1(w)$;	$A(C)w_1(x')$
Aw_2	$Aw_2(w)$;	$Aw_2(x')$
$A(C)w_2$	$A(C)w_2(w)$;	$A(C)w_2(x')$

2. *Grupo de climas C*, templados húmedos, con temperatura media del mes más frío ente -3 y 18° C. y del mes más caliente mayor de 6.5° C

a) Para todos los climas: *C*,

a') Por su temperatura: *(A)C*; *Ca*; *Cb*; *C(b')*; *Cc* (véase inciso 1 de I)

a") Por su oscilación: *i*; *(i')*; *(e)*; *(e')* (véase inciso 2 de I)

Subtipos		Variantes climáticas
b) Tipos de clima		
Cf y *Cw*:	*C(f)*	*(A)C(f)*; *C(f)a*; *C(f)b*
	C(fm)	*(A)C(fm)*; *C(fm)a*; *C(fm)b*
	C(m)	*(A)C(m)*; *C(m)a*; *C(m)b*; *C(m)(b')* (véase incisos 1 de I, 3 de I y 2 de II)
	$C(w_0)$	$(A)C(w_0)(w)$; $(A)C(w_0)$; $(A)C(w_0)(x')$ $C(w_0)(w)a$; $C(w_0)(x')a$ $C(w_0)(w)b$; $C(w_0)b$; $C(w_0)(x')b$
	$C(w_1)$	$(A)C(w_1)(w)$; $(A)C(w_1)$; $(A)C(w_1)(x')$ $C(w_1)(w)a$; $C(w_1)a$; $C(w_1)(x')a$ $C(w_1)(w)b$; $C(w_1)b$; $C(w_1)(x')b$ $C(w_1)(w)(b')$; $C(w_1)(b')$; $C(w_1)(x')(b')$ $C(w_1)(w)c$; $C(w)c$; $C(w)(x')c$
	$C(w_2)$	$(A)C(w_2)(w)$; $(A)C(w_2)$; $(A)C(w_2)(x')$ $C(w_2)(w)a$; $C(w_2)a$; $C(w_2)(x')b$ $C(w_2)(w)b$; $C(w_2)b$; $C(w_2)(x')b$ $C(w_2)(w)$(b'); $C(w_2)(b')$; $C(w_2)(x')(b')$ $C(w_2)(w)c$; $C(w_2)c$; $C(w_2)(x')c$ (véase incisos 1 de I, 3 de I y 2 de II)
c) Tipo de clima *Cx'*		$(A)Cx'(w_0)$; $(A)Cx'(w_1)$; $(A)C(w_2)$: $Cx'(w_0)a$; $Cx'(w_1)a$; $Cx'(w_2)a$; $Cx'(w_0)b$; $Cx'(w_1)b$: $Cx'(w_2)b$; $Cx'(w_0)b'$; $Cx'(w_1)b'$; $Cx'(w_2)b'$; $Cx'(w_0)c$; $Cx'(w_1)c$; $Cx'(w_2)c$
d) Tipo de clima Cs		*C(s)a*; *C(s)b*; *C(s)(b')* C(s)(x')a; C(s)(x')b; C(s)(x')(b') (véase incisos 1 de I, 2 de I y 2 de II)

3. *Grupo de climas B*, secos

a)	Para todos los climas: *B*	
a')	Por su temperatura:	*(h')*; *(h')h*; *h'(h)*; *h*; *k*; *k'*; *(k")* (véase inciso 1 de I)
a")	Por su oscilación:	*i*; *(i')*; *(e)*; *(e')* (véase inciso 2 de I)

	Subtipos	Variantes climáticas
b) Tipo de clima *BS*		
	BSw	$BS_0w(w)$; BS_0w; $BS_0w(x')$
		$BS_1w(w)$; BS_1w; $BS_1w(x')$
	BSx'	*BSx'(w)*; *BSx'*; *BSx'(s)*
		BS(s)
	BSs	*BS(s)(x')*
		(véanse incisos 3 de I y 3 de II)
c) Tipo de clima *BW*		
	BWw	*BWw(w)*; *BWx*; *BWx(x')*
	BWx'	*BWx'(w)*; *BWx'*; *BWx'(s)*
		BW(s)(x')
	BWs	*BW(s)*
		(véanse incisos 3 de I y 3 de II)
4. Grupo de climas *E*, fríos		
Tipo de clima *E(T)H*:		(temperatura media anual entre -2 y5°)
		(temperatura media del mes más caliente entre 0° y 6.5° C)
Tipo de clima *E(T)HC*:		(temperatura media anual entre -2 y 5° C)
		(temperatura media del mes más caliente menor de 6.5° C)
		(temperatura media del mes más frío sobre -3° C)
Tipo de clima *EFH*:		(temperatura media anual menor de -2°C)
		(temperatura media del mes más caliente menor de 0°C)
		(véanse incisos 1 de I y 4 de II

APÉNDICE II

CÁLCULO DEL LÍMITE ENTRE LOS CLIMAS CON RÉGIMEN DE LLUVIAS DE VERANO *w* Y LOS QUE TENIENDO LA ESTACIÓN LLUVIOSA EN VERANO PRESENTAN CIERTA PROPORCIÓN DE LLUVIAS EN INVIERNO *w(x')*

% lluvia en invierno	Frecuencia real	Frecuencia acumulada
0.0 – 0.9	17	17
1.0 – 1.9	21	38
2.0 – 2.9	36	74
3.0 – 3.9	51	125
4.0 – 4.9	54	179
5.0 – 5.9	26	205
6.0 – 6.9	22	227
7.0 – 7.9	19	246
8.0 – 8.9	20	266
9.0 – 9.9	13	279
10.0 – 10.9	13	292
11.0 – 11.9	17	309
12.0 – 12.9	10	319
13.0 – 13.9	9	328
14.0 – 14.9	8	336
15.0 – 15.9	7	343
16.0 – 16.9	12	355
17.0 – 17.9	2	357
18.0 – 18.9	4	361
19.0 – 19.9	4	365
20.0 – 20.9	0	365
21.0 – 21.9	3	368
22.0 – 22.9	0	368
23.0 – 23.9	0	368
24.0 – 24.9	2	370
25.0 – 25.9	3	373

Frecuencia real = número de casos que se presentan dentro del intervalo considerado.
Frecuencia acumulada = sumas consecutivas de las frecuencias reales.

$Q_3 = li + i \frac{3(n+1)/4 - Fa}{Fr}$ = cuartila número 3.

en que:

Q_3 = cuartila número 3
n = número total de estaciones utilizadas = 373
Fa = frecuencia acumulada inmediata anterior a la que contiene a 3(n+1)/4 = 279
Fr = frecuencia real de la clase cuartilar número 3 [aquella cuya frecuencia acumulada contiene el valor que resulta para 3(n+I)/4 = 13]
li = límite inferior de la clase cuartilar número 3 = 10.00

$Q_3 = 10.0 + (281 - 279)/13 = 10.2\%$

APÉNDICE III

CÁLCULO DEL LÍMITE ENTRE LOS CLIMAS Aw_0/Aw_1 y $C(w_0)/C(w_1)$, O SEA DEL MÁXIMO TEÓRICO DE LOS CLIMAS *BS*

P/T	*f*	*P/T.f*	*d = M - P/T*	d^2	$f.d^2$
15.1	1	15.1	11.4	129.96	129.96
15.4	1	15.4	11.1	123.21	123.21
15.5	1	15.5	11.0	121.00	121.00
15.6	1	15.6	10.9	118.81	118.81
16.0	1	16.0	10.5	110.25	110.25
16.1	1	16.1	10.4	108.16	108.16
16.7	1	16.7	9.8	96.04	96.04
16.8	1	16.8	9.7	94.09	94.09
16.9	1	16.9	9.6	92.16	92.16
17.0	1	17.0	9.5	90.25	90.25
17.1	1	17.1	9.4	88.36	88.36
17.2	1	17.2	9.3	86.49	86.49
17.3	1	17.3	9.2	84.64	84.64
17.4	1	17.4	9.1	82.81	82.81
17.5	1	17.5	9.0	81.00	81.00
17.6	1	17.6	8.9	79.21	79.21
17.8	1	17.8	8.7	75.69	75.69
17.9	2	35.8	8.6	73.96	147.92
18.0	1	18.0	8.5	72.25	72.25
18.2	2	36.4	8.3	68.89	137.78
18.3	2	36.6	8.2	67.24	134.48
18.4	1	18.4	8.1	65.61	65.61
18.5	2	37.0	8.0	64.00	128.00
18.6	1	18.6	7.9	62.41	62.41
18.7	3	56.1	7.8	60.84	182.52
18.8	2	37.6	7.7	59.29	118.58
18.9	1	18.9	7.6	57.76	57.76
19.0	1	19.0	7.5	56.25	56.25
19.1	1	38.2	7.4	54.76	109.52
19.3	4	77.2	7.2	51.84	207.36
19.4	1	19.4	7.1	50.41	50.41
19.5	2	39.0	7.0	49.00	98.00
19.6	1	19.6	6.9	47.61	47.61
19.7	1	19.7	6.8	46.24	46.24
19.8	2	39.6	6.7	44.89	89.78
20.0	6	120.0	6.5	42.25	253.50
20.1	1	20.1	6.4	40.96	40.96
20.2	4	80.8	6.3	39.69	158.76
20.4	4	81.6	6.1	37.21	148.84
20.5	2	41.0	6.0	36.00	72.00
20.6	1	20.6	5.9	34.81	34.81
20.7	1	20.7	5.8	33.64	33.64
20.8	1	20.8	5.7	32.49	32.49
20.9	1	20.9	5.6	31.36	31.36
21.0	1	21.0	5.5	30.25	30.25
21.2	4	84.8	5.3	28.09	112.36
21.5	4	21.5	5.0	25.00	25.00
21.7	2	43.4	4.8	23.04	46.08

P/T	*f*	*P/T.f*	$d = M - P/T$	d^2	$f.d^2$
21.8	1	21.8	4.7	22.09	22.09
21.9	2	43.8	4.6	21.16	42.32
22.0	3	66.0	4.5	20.25	60.75
22.1	2	44.2	4.4	19.36	38.72
22.3	1	22.3	4.2	17.64	17.64
22.4	1	22.4	4.1	16.81	16.81
22.5	2	45.0	4.0	16.00	32.00
22.6	1	22.6	3.9	15.21	15.21
22.7	1	22.7	3.8	14.44	14.44
22.8	1	22.8	3.7	13.69	13.69
22.9	2	45.8	3.6	12.96	25.92
23.0	6	138.0	3.5	12.25	73.50
23.1	3	69.3	3.4	11.56	34.68
23.2	2	46.4	3.3	10.89	21.78
23.3	5	116.5	3.2	10.24	51.20
23.4	2	46.8	3.1	9.61	19.22
23.5	2	47.0	3.0	9.00	18.00
23.6	2	47.2	2.9	8.41	16.82
23.7	1	23.7	2.8	7.84	7.84
23.8	2	47.6	2.7	7.29	14.58
23.9	2	47.8	2.6	6.76	13.52
24.0	3	72.0	2.5	6.25	18.75
24.1	2	48.2	2.4	5.76	11.52
24.2	1	24.2	2.3	5.29	5.29
24.3	3	72.9	2.2	4.84	14.52
24.4	3	73.2	2.1	4.41	13.23
24.5	1	24.5	2.0	4.00	4.00
24.6	4	98.4	1.9	3.61	14.44
24.7	1	24.7	1.8	3.24	3.24
24.8	5	124.0	1.7	2.89	14.45
24.9	3	74.7	1.6	2.56	7.68
25.0	6	150.0	1.5	2.25	13.50
25.2	1	25.2	1.3	1.69	1.69
25.3	3	75.9	1.2	1.44	4.32
25.4	2	50.8	1.1	.21	2.42
25.5	4	10.20	1.0	1.00	4.00
25.6	3	76.8	0.9	0.81	2.43
25.7	2	51.4	0.8	0.64	1.28
25.8	2	51.6	0.7	0.49	0.98
25.9	1	25.9	0.6	0.36	0.36
26.0	1	26.0	0.5	0.25	0.25
26.1	1	26.1	0.4	0.16	0.16
26.2	4	104.8	0.3	0.09	0.36
26.3	1	26.3	0.2	0.04	0.04
26.5	1	26.5	0.0	0.00	0.00
26.7	1	26.7	—0.2	0.04	0.04
26.9	1	26.9	—0.4	0.16	0.16
27.0	2	54.0	—0.5	0.25	0.50
27.1	3	81.3	—0.6	0.36	1.08
27.2	1	27.2	—0.7	0.49	0.49
27.3	1	27.3	—0.8	0.64	0.64
27.4	3	82.2	—0.9	0.81	2.43

P/T	*f*	*P/Tf*	$d = M - P/T$	d^2	$f.d^2$
27.5	1	27.5	—1.0	1.00	1.00
27.6	2	55.2	—1.1	1.21	2.42
27.7	2	55.4	—1.2	1.44	2.88
27.8	1	27.8	—1.3	1.69	1.69
28.1	3	84.3	—1.6	2.56	7.68
28.2	2	56.4	—1.7	2.89	5.78
28.3	3	84.9	—1.8	3.24	9.72
28.4	1	28.4	—1.9	3.61	3.61
28.5	2	57.0	—2.0	4.00	8.00
28.7	1	28.7	—2.2	4.84	4.84
28.9	1	28.9	—2.4	5.76	5.76
29.0	1	29.0	—2.5	6.25	6.25
29.1	2	58.2	—2.6	6.76	13.52
29.2	2	58.4	—2.7	7.29	14.58
29.3	4	117.2	—2.8	7.84	31.36
29.4	3	88.2	—2.9	8.41	25.23
29.5	1	29.5	—3.0	9.00	9.00
29.6	3	88.8	—3.1	9.61	28.83
29.7	1	29.7	—3.2	10.24	10.24
29.8	1	29.8	—3.3	10.89	10.89
29.9	2	59.8	—3.4	11.56	23.12
30.0	6	180.0	—3.5	12.25	73.50
30.2	4	120.8	—3.7	13.69	54.76
30.3	2	60.6	—3.8	14.44	28.88
30.5	2	61.0	—4.0	16.00	32.00
30.6	2	61.2	—4.1	16.81	33.62
30.7	3	92.1	4.2	17.64	52.92
30.8	1	30.8	—4.4	19.36	19.36
31.0	4	124.0	—4.5	20.25	81.00
31.1	2	62.2	—4.6	21.16	42.32
31.2	4	124.8	—4.7	22.09	88.36
31.3	2	62.6	—4.8	23.04	46.08
31.4	1	31.4	—4.9	24.01	24.01
31.5	1	31.5	—5.0	25.00	25.00
31.6	2	63.2	—5.1	26.01	52.02
31.8	2	63.6	—5.3	28.09	56.18
31.9	2	63.8	—5.4	29.16	58.32
32.1	4	128.4	—5.6	31.36	125.44
32.2	6	193.2	—5.7	32.49	194.94
32.4	4	129.6	—5.9	34.81	139.24
32.6	1	32.6	—6.1	37.21	37.21
32.7	2	65.4	—6.2	38.44	76.88
32.8	1	32.8	—6.3	39.69	39.69
32.9	1	32.9	—6.4	40.96	40.96
33.0	2	66.0	—6.5	42.25	84.50
33.1	1	33.1	—6.6	43.56	43.56
33.2	2	66.4	—6.7	44.89	89.78
33.3	1	33.3	—6.8	46.24	46.24
33.4	2	66.8	—6.9	47.61	95.22
33.5	2	67.0	—7.0	49.00	98.00
33.6	1	33.6	—7.1	50.41	50.41
33.7	1	33.7	—7.2	51.84	51.84

P/T	*f*	*P/T.f*	*d = M - P/T*	d^2	$f.d^2$
33.8	1	33.8	—7.3	53.29	53.29
33.9	2	67.8	—7.4	54.76	109.52
34.1	2	68.2	—7.6	57.76	115.52
34.2	1	34.2	—7.7	59.29	59.29
34.3	3	102.9	—7.8	60.84	182.52
34.4	2	68.8	—7.9	62.41	124.82
34.5	2	69.0	—8.0	64.00	128.00
34.6	2	69.2	—8.1	65.61	131.22
34.7	1	34.7	—8.2	67.24	67.24
34.9	1	34.9	—8.4	70.56	70.56
35.1	3	105.3	—8.6	76.96	221.88
35.2	2	70.4	—8.7	75.69	151.38
35.3	3	105.9	—8.8	77.44	232.32
35.5	1	35.5	—9.0	81.00	81.00
35.9	1	35.9	—9.4	88.36	88.36
36.2	3	108.6	—9.7	94.09	282.27
36.3	3	36.3	—9.8	96.04	96.04
36.4	1	36.4	—9.9	98.01	98.01
36.5	1	36.5	—10.0	100.00	100.00
36.9	1	36.9	—10.4	108.16	108.16
37.3	2	74.6	—10.8	116.64	233.28
37.7	1	37.7	—11.2	125.44	125.44
38.0	1	38.0	—11.5	132.25	132.25
38.2	1	38.2	—11.7	136.89	136.89
Sumas:		9 009.0			10 548.26

$$P/T = \frac{\text{Precipitación media anual en mm}}{\text{Temperatura media anual en °Cj}}$$

n = número de estaciones = 340
f = frecuencia con que se repite P/T

$$M = \text{media aritmética} = \frac{\Sigma P/T \cdot f}{n} = 26.5;\ d = M - P/T$$

$$D = \text{desviación Standard} = \sqrt{\frac{\Sigma f \cdot d^2}{n}} = 5.57$$

Mx = máximo teórico = 3D + M = 43.2

APÉNDICE IV

CÁLCULO DEL LÍMITE ENTRE LOS CLIMAS *Aw*$_1$ Y *Aw*$_2$ (CUARTILA SUPERIOR Q_3 DE LA SERIE DE COCIENTES P/T DE TODAS LAS ESTACIONES CON CLIMA *Aw*)

P/T	*Frecuencia real*	*Frecuencia acumulada*
30.0 a 31.9	11	11
32.0 a 33.9	12	23
34.0 a 35.9	12	35
36.0 a 37.9	19	54
38.0 a 39.9	16	70
40.0 a 41.9	10	80
42.0 a 43.9	15	95
44.0 a 45.9	10	105
46.0 a 47.9	14	119
48.0 a 49.9	6	125
50.0 a 51.9	13	138
52.0 a 53.9	12	150
54.0 a 55.9	9	159
56.0 a 57.9	6	165
58.0 a 59.9	9	174
60.0 a 61.9	7	181
62.0 a 63.9	5	186
64.0 a 65.9	2	188
66.0 a 67.9	3	191
68.0 a 69.9	2	193
70.0 a 71.9	2	195
72.0 a 73.9	2	197
74.0 a 75.9	6	203
76.0 a 77.9	0	203
78.0 a 79.9	1	204
80.0 a 81.9	0	204
82.0 a 83.9	1	205
84.0 a 85.9	2	207
		n = 207

Frecuencia real = número de casos que se presentan dentro del intervalo considerado.
Frecuencia acumulada = sumas consecutivas de las frecuencias reales.

$$Q_3 = li + i\,\frac{3(n+1)/4 - Fa}{Fr}$$

en que:

Q_3 = cuartila número 3
n = número total de estaciones utilizadas = 207
$\therefore$ $3(n + 1)/4 = 156$
Fa = frecuencia acumulada inmediata anterior a la que contiene a $3(n + 1)/4 = 150$
Fr = 9 = frecuencia real de la clase cuartilar número tres (aquella cuya frecuencia acumulada contiene el valor que resulta para $3(n + 1)/4$)
i = valor del intervalo considerado = 2.0
li = límite inferior del intervalo de la clase cuartilar número tres = 54

$$Q_3 = 54 + \frac{2\,(156 - 150)}{9} = 55.3$$

APÉNDICE V

CÁLCULO DEL LÍMITE ENTRE LOS CLIMAS $C(w_1)$ Y $C(w_2)$ CUARTILA SUPERIOR Q_3 DE LA SERIE DE COCIENTES P/T DE TODAS LAS ESTACIONES CON CLIMA $C(w)$

P/T	*Frecuencia real*	*Frecuencia acumulada*
30.0 a 31.9	1	1
32.0 a 33.9	1	2
34.0 a 35.9	15	17
36.0 a 37.9	18	35
38.0 a 39.9	26	61
40.0 a 41.9	28	89
42.0 a 43.9	17	106
44.0 a 45.9	24	130
46.0 a 47.9	17	147
48.0 a 49.9	12	169
50.0 a 51.9	11	180
52.0 a 53.9	9	189
54.0 a 55.9	6	195
56.0 a 57.9	9	204
58.0 a 59.9	4	208
60.0 a 61.9	5	213
62.0 a 63.9	6	219
64.0 a 65.9	5	224
66.0 a 67.9	3	227
68.0 a 69.9	2	229
70.0 a 71.9	3	232
72.0 a 73.9	4	236
74.0 a 75.9	0	236
76.0 a 77.9	1	237
78.0 a 79.9	2	239
80.0 a 81.9	3	242
82.0 a 83.9	1	243
84.0 a 5.9	1	244
86.0 a 87.9	2	246
88.0 a 89.9	2	248
90.0 a 91.9	0	248
92.0 a 93.9	4	252
94.0 a 95.9	1	253
96.0 a 97.9	2	255

Frecuencia real = número de casos que se presentan dentro del intervalo considerado.
Frecuencia acumulada = sumas consecutivas de las frecuencias reales.

$Q_3 = li + i \dfrac{3(n+1)/4 - Fa}{Fr}$ = cuartila número 3

n = número de estaciones utilizadas = 255 3 (n + 1) /4=192
Fa = frecuencia acumulada inmediata anterior a la que contiene a 3 (n + 1) /4, igual a 189
Fr = frecuencia real de la clase cuartilar número tres aquella cuya frecuencia acumulada contiene el valor que resulta para 3(n + 1) /4 o sea igual a 6
i = valor del intervalo considerado = 2.0
li = límite inferior del intervalo de la clase cuartilar número tres = 54
∴ $Q_3 = 54 + 2\ (192 - 189) = 55.0$

APENDICE VI
CÁLCULO DEL LÍMITE ENTRE LOS CLIMAS *BS*$_o$ Y *BS*$_1$ ES DECIR DEL MÁXIMO TEÓRICO DE LOS CLIMAS *BW*

P/T	*f*	*P/T.f*	*d*	d^2	$f.d^2$
0.6	1	0.6	8.6	74.0	74.0
1.4	3	4.2	7.8	60.8	182.4
2.0	1	2.0	7.2	51.8	51.8
2.5	1	2.5	6.7	44.9	44.9
2.6	1	2.6	6.6	43.6	43.6
2.8	1	2.8	6.4	41.0	41.0
2.9	1	2.9	6.3	39.7	39.7
3.0	1	3.0	6.2	38.4	38.4
3.2	1	3.2	6.0	36.0	36.0
3.4	2	6.8	5.8	33.6	67.2
3.9	2	7.8	5.3	28.1	56.2
4.2	1	4.2	5.0	25.0	25.0
4.6	2	9.2	4.6	21.2	42.4
5.1	1	5.1	4.1	16.8	16.8
5.5	2	11.0	3.7	13.7	27.4
5.7	1	5.7	3.5	12.3	12.3
5.	2	11.6	3.4	11.6	23.2
6.4	1	6.4	2.8	7.8	7.8
6.6	1	6.6	2.6	6.8	6.8
7.0	1	7.0	2.2	4.8	4.8
7.1	3	21.3	2.1	4.4	13.2
7.2	2	14.4	2.0	4.0	8.0
7.3	2	14.6	1.9	3.6	7.2
7.5	1	7.5	1.7	2.9	2.9
7.6	1	7.6	1.6	2.6	2.6
8.0	1	8.0	1.2	1.4	1.4
8.2	1	8.2	1.0	1.0	1.0
8.3	1	8.3	0.9	0.8	0.8
8.8	1	8.8	0.4	0.2	0.2
9.6	1	9.6	—0.4	0.2	0.2
9.7	1	9.7	—0.5	0.3	0.3
10.1	1	10.1	—0.9	0.8	0.8
10.2	1	10.2	—1.0	1.0	1.0
10.3	2	20.6	—1.1	1.2	2.4
10.5	2	31.5	—1.3	1.7	5.1
10.7	1	10.7	—15.5	2.3	2.3
10.8	1	10.8	—1.6	2.6	2.6
10.9	1	10.9	—1.7	2.9	2.9
11.0	3	33.0	—1.8	3.2	9.6
11.1	1	11.1	—1.9	3.6	3.6
11.4	1	11.4	—2.2	4.8	4.8
11.6	1	11.6	—2.4	5.8	5,8
11.7	1	11.7	—2.5	6.3	6.3
12.2	1	12.2	—3.0	9.0	9.0
12.5	2	25.0	—3.3	10.9	21.8
13.0	1	13.0	—3.8	14.4	14.4
13.1	1	13.1	—3.9	15.2	15.2
13.2	2	26.4	—4.0	16.0	32.0

13.3	2	26.6	—4.1	16.8	33.6
13.6	1	13.6	—4.4	19.4	19.4
14.0	1	14.0	—4.8	23.0	23.0
14.1	3	42.3	—4.9	24.0	72.0
14.2	2	28.4	—5.0	25.0	50.0
14.6	1	14.6	—5.4	29.2	29.2
14.8	1	14.8	—5.6	31.4	31.4
15.3	1	15.3	—6.1	37.2	37.2
15.4	2	30.8	—6.2	38.4	76.8
16.3	2	32.6	—7.1	50.4	100.8
16.5	2	33.0	—7.3	53.3	106.6
18.5	2	37.0	—9.3	86.5	173.0
Sumas:		801.2			1828.4

P/T = $\frac{\text{Precipitación media anual en mm}}{\text{Temperatura media anual en °C}}$

n = número de términos = 87

M = media aritmética = $\frac{\Sigma\ P/T \cdot f}{n} = 9.2$

d = diferencia = M — P/T

D = desviación estándar = $\sqrt{\frac{\Sigma\ f \cdot d^2}{n}} = 4.58$

Mx = máximo teórico = 3D + M = 22.9

DATOS PARA LA GRÁFICA I[1]
PROMEDIOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN
DE TODAS LAS ESTACIONES CON TIPO DE CLIMA *Aw* EN LA VERTIENTE AL GOLFO DE MÉXICO

Datos para el trazo de las gráficas tipo

		E.	*F.*	*M.*	*A.*	*M.*	*J.*	*J.*	*A.*	*S.*	*O.*	*N.*	*D.*	*Anual*
I-a Tipo de Clima Aw_2	Prom. Temperatura	21.3	22.3	24.4	26.3	27.8	27.5	26.9	27.0	26.6	25.3	23.0	21.5	25.0
	Prom. Precipitación	41.1	28.6	30.7	32.5	89.0	253.8	245.8	209.6	319.3	252.0	77.7	56.4	1637.3
	Oscilación 6.5° C			P/T	65.4									
	% lluvias 6 meses más húmedos				83.7									
	% lluvias de invierno				6.1									
I-b Tipo de Clima Aw_1 (Golfo)	Prom. Temperatura	21.6	22.6	25.1	27.1	28.3	27.9	27.1	27.4	26.9	25.3	23.2	22.1	25.4
	Prom. Precipitación	29.5	20.6	20.3	28.7	82.4	194.7	204.1	184.9	253.1	154.7	51.7	34.6	1259.3
	Oscilación 6.7° C			P/T	49.6									
	% lluvias 6 meses más húmedos				85.3									
	% lluvias de invierno				5.6									
I-c Tipo de Clima Aw_0 (Golfo)	Prom. Temperatura	23.0	24.0	26.7	28.3	29.3	28.8	28.0	28.3	28.3	26.3	24.2	23.3	26.5
	Prom. Precipitación	18.5	13.0	26.2	23.9	90.1	151.1	161.8	165.5	208.5	136.0	35.3	27.7	1057.6
	Oscilación 6.3° C			P/T	39.9									
	% lluvias 6 meses más húmedos				86.3									
	% lluvias de invierno				5.4									
I-d Tipo de Clima *Aw* (Golfo)	Prom. Temperatura	21.9	23.0	25.4	27.2	28.5	28.0	27.4	27.5	27.2	25.6	23.5	23.3	25.6
	Prom. Precipitación	29.7	20.7	25.7	28.4	87.2	199.9	203.9	186.7	260.3	181.2	54.9	39.6	1318.2
	Oscilación 6.9° C			P/T	51.5									
% lluvias 6 meses más húmedos					84.9									
	% lluvias de invierno				5.8									

[1] Todos los datos consignados en este cuadro y los siguientes, están expresados en grados centígrados cuando se trata de temperaturas y, en milímetros, cuando se trata de precipitación.

DATOS PARA LA GRÁFICA II
PROMEDIOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN
DE TODAS LAS ESTACIONES CON TIPO DE CLIMA *Aw* EN LA VERTIENTE AL PACÍFICO

Datos para el trazo de las gráficas tipo

		E.	*F.*	*M.*	*A.*	*M.*	*J.*	*J.*	*A.*	*S.*	*O.*	*N.*	*D.*	*Anual*
II-a Tipo de Clima Aw_2	Prom. Temperatura	23.1	23.7	24.7	25.8	26.7	26.7	26.3	26.4	25.9	25.8	24.9	23.7	25.3
	Prom. Precipitación	7.5	6.7	5.6	18.5	86.9	280.2	315.7	344.9	371.0	191.0	26.9	13.0	1668.0
	Oscilación 3.6° C				P/T	65.9								
	% lluvias 6 meses más húmedos				95.3									
	% lluvias de invierno				1.2									
II-b Tipo de Clima Aw_1	Prom. Temperatura	22.3	22.9	24.5	25.8	26.7	26.4	25.7	25.9	25.4	24.9	24.1	22.5	24.7
	Prom. Precipitación	11.1	5.0	7.0	13.7	61.3	222.0	223.2	213.5	282.7	131.7	26.9	17.8	1216.0
	Oscilación 4.4° C				P/T	49.2								
	% lluvias 6 meses más húmedos				93.3									
	% lluvias de invierno				1.9									
II-c Tipo de Clima Aw_0	Prom. Temperatura	22.6	23.5	24.5	26.0	27.1	27.0	26.4	26.5	26.0	25.6	24.1	23.0	25.2
	Prom. Precipitación	9.8	4.6	2.6	3.9	40.5	164.6	193.8	183.6	209.1	84.6	18.7	14.8	930.8
	Oscilación 4.5° C				P/T	36.9								
	% lluvias 6 meses más húmedos				94.2									
	% lluvias de invierno				1.8									
II-d Tipo de Clima *Aw*	Prom. Temperatura	22.7	23.4	24.6	25.8	26.8	26.7	26.1	26.3	25.7	25.4	24.4	23.0	25.0
	Prom. Precipitación	9.5	5.4	5.0	12.0	62.9	222.3	244.2	247.3	287.6	135.8	24.2	15.2	1271.4
	Oscilación 4.1° C				P/T	50.8								
	% lluvias 6 meses más húmedos				94.4									
	% lluvias de invierno				1.6									

DATOS PARA LA GRÁFICA III
PROMEDIOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE TODAS LAS ESTACIONES DE LA REGIÓN DE LAS CUENCAS ALTAS DE LOS RÍOS PAPALOAPAN, VERDE, MIXTECO, TLAPANECO Y TEHUANTEPEC (Cuencas interiores)

Datos para el trazo de las gráficas tipo

		E.	*F.*	*M.*	*A.*	*M.*	*J.*	*J.*	*A.*	*S.*	*O.*	*N.*	*D.*	*Anual*
III-a Tipo de Clima *Aw*	Prom. Temperatura	19.6	20.6	22.5	23.3	24.8	24.1	23.2	23.2	23.1	22.5	21.5	19.6	22.3
	Prom. Precipitación	7.7	5.1	6.8	24.2	78.7	122.6	149.3	177.9	162.1	75.9	15.3	5.3	830.9
	Oscilación 5.2° C				P/T	37.2								
	%lluvias 6 meses más húmedos				92.3									
	% lluvias de invierno				2.3									
III-b Tipo de Clima *Cw*	Prom. Temperatura	15.5	16.9	18.6	19.9	20.2	19.6	18.6	18.9	18.6	17.9	17.0	15.6	18.1
	Prom. Precipitación	12.3	5.6	5.3	29.7	86.5	158.0	147.6	133.2	161.9	78.0	18.0	6.0	842.1
	Oscilación 4.7° C				P/T	46.5								
	% lluvias 6 meses más húmedos				90.9									
	% lluvias de invierno				2.7									
III-c Tipo de Climas *BS*	Prom. Temperatura	18.6	20.6	22.7	24.5	24.9	23.9	22.7	23.2	22.7	21.9	20.4	18.7	22.1
	Prom. Precipitación	5.8	2.9	3.1	17.5	56.7	110.1	109.2	72.8	118.4	48.5	7.8	2.3	555.1
	Oscilación 6.3° C				P/T	25.1								
	% lluvias 6 meses más húmedos				93.0									
	% lluvias de invierno				2.1									
III-d Tipo de clima $C(w_0)$a (Huajuapan de León)	Prom. Temperatura	17.2	18.4	20.7	22.2	22.9	22.0	21.4	21.3	21.0	19.9	18.5	17.3	20.2
	Prom. Precipitación	5.4	2.7	6.7	20.7	81.2	147.9	104.8	133.3	151.2	59.4	15.3	6.8	735.4
	Oscilación 5.7° C				P/T	36.4								
	% lluvias 6 meses más húmedos				92.1									
	% lluvias de invierno				2									

DATOS PARA LA GRÁFICA IV
PROMEDIOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE TODAS LAS ESTACIONES CON TIPO DE CLIMA *Af(m)* y *Am* EN LA REPÚBLICA MEXICANA Y DE ANDAGOYA, COLOMBIA

Datos para el trazo de la gráficas tipo

		E.	*F.*	*M.*	*A.*	*M.*	*J.*	*J.*	*A.*	*S.*	*O.*	*N.*	*D.*	*Anual*
IV-a Tipo de Clima *Af (m)* (Golfo)	Prom. Temperatura	21.5	22.4	24.6	26.1	27.5	27.4	26.7	26.9	26.3	24.7	22.7	21.9	24.9
	Prom. Precipitación	170.2	137.0	123.5	101.9	176.3	298.0	324.7	307.1	502.6	377.8	214.2	196.1	2929.4
	Oscilación 6° C				P/T	117.6								
	% lluvias 6 meses más húmedos				69.1									
	% lluvias de invierno				14.7									
IV-b Tipo de Clima *Am* (Pacífico)	Prom. Temperatura	23.7	24.0	24.7	25.2	25.1	24.5	24.3	24.3	24.2	23.8	23.8	23.6	24.3
	Prom. Precipitación	10.7	19.5	75.5	144.6	412.5	570.9	427.6	441.6	237.7	528.0	120.7	16.8	3396.1
	Oscilación 1.6° C				P/T	140.0								
	% lluvias 6 meses más húmedos				88.6									
	% lluvias de invierno				3.1									
IV-c Tipo de Clima *Am* (Golfo)	Prom. Temperatura	22.1	22.8	25.1	26.6	28.0	27.6	26.9	27.1	26.7	25.3	23.5	22.2	25.3
	Prom. Precipitación	82.3	56.5	64.9	58.7	140.4	325.9	351.1	310.9	417.4	338.6	126.2	119.9	2395.0
	Oscilación 5.9° C				P/T	94.7								
	% lluvias 6 meses más húmedos					78.2								
	% lluvias de invierno					8.5								
IV-d Tipo de Clima *Af* (Andagoya, Colombia)	Prom. Temperatura	27.8	27.7	27.8	28.0	27.7	27.6	27.4	27.4	27.5	27.6	27.2	27.2	27.6
	Prom. Precipitación	601.0	533.0	470.0	671.0	606.0	647.0	589.0	643.0	667.0	540.0	595.0	513.0	7089.0
	Oscilación 0.8° C				P/T	256.0								
	% lluvias 6 meses más húmedos				54.0									
	% lluvias de invierno				23.0									

DATOS PARA LA GRÁFICA V
PROMEDIOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE TODAS LAS ESTACIONES CON TIPO DE CLIMA *C(f)*, *C(fm)* Y *C(m)* EN LA REPÚBLICA MEXICANA Y DE CHARLESTON, C.S., EUA

Datos para el trazo de las gráficas tipo

		E.	*F.*	*M.*	*A.*	*M.*	*J.*	*J.*	*A.*	*S.*	*O.*	*N.*	*D.*	*Anual*
V-a Tipo de Clima C(*f*)	Prom. Temperatura	14.7	16.2	17.9	20.1	21.3	21.0	19.8	20.3	19.8	18.5	16.4	14.8	18.5
	Prom. Precipitación	69.8	61.9	76.2	81.9	120.0	290.7	327.5	'252.5	411.3	271.4	157.2	82.5	2202.9
	Oscilación 6.6° C				P/T	119.1								
	% lluvias mayo a octubre				75.9									
	% lluvias de invierno				9.4									
V-b Tipo de Clima C(*fm*)	Prom. Temperatura	15.0	16.2	17.9	20.2	21.2	20.9	19.9	20.3	19.7	18.6	16.5	15.0	17.8
	Prom. Precipitación	70.8	61.3	76.8	83.6	136.4	335.7	396.5	3313.0	477.1	284.3	157.2	86.3	2479.0
	Oscilación 6.2° C				P/T	139.2								
	% lluvias mayo a octubre				78.3									
	% lluvias de invierno				8.4									
V-c Tipo de Clima C(*m*)	Prom. Temperatura	15.7	16.9	18.8	20.6	21.1	20.8	19.8	20.3	19.8	18.7	17.2	15.6	18.8
	Prom. Precipitación	44.2	29.5	30.6	46.4	115.0	309.7	409.3	320.9	378.6	219.8	104.9	53.8	2062.7
	Oscilación 5.4° C				P/T	109.7								
	% lluvias mayo a octubre				885.0									
	% lluvias de invierno				5.1									
V-d Charleston C.S., EUA (Tipo de Clima *Cf* de Köppen)	Prom. Temperatura	10.0	11.1	14.4	1.3	22.	26.1	27.8	27.3	25.0	20.0	14.4	10.6	18.9
	Prom. Precipitación	76	79	84	61	84	130	157	165	132	94	63	81	1206
	Oscilación 17.8° C				P/T	63.8								
	% lluvias mayo a octubre				63.1									
	% lluvias de invierno				19.8									

DATOS PARA LA GRÁFICA VI
PROMEDIOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE TODAS LAS ESTACIONES CON TIPO DE CLIMA *Cw* EN EL SW DE LA ALTIPLANICIE MEXICANA

Datos para el trazo de las gráficas tipo

		E.	*F.*	*M.*	*A.*	*M.*	*J.*	*J.*	*A.*	*S.*	*O.*	*N.*	*D.*	*Anual*
VI-a Tipo de Clima $C(w_2)$	Prom. Temperatura	13.5	14.7	16.5	17.9	19.1	18.5	17.3	17.5	17.2	16.5	15.1	14.1	16.5
	Prom. Precipitación	14.6	6.8	9.0	11.9	44.4	203.6	259.8	219.9	207.6	102.3	25.9	22.4	1128.2
	Oscilación 5.6° C				P/T	68.3								
	% lluvias 6 meses más húmedos					91.9								
	% lluvias de invierno				2.7									
VI-b Tipo de Clima $C(w_1)$	Prom. Temperatura	14.5	15.8	17.7	19.5	21.2	21.0	19.9	19.5	19.1	18.1	16.1	14.1	18.1
	Prom. Precipitación	15.0	5.0	4.4	8.8	38.0	160.7	202.8	174.0	144.7	55.8	18.9	13.9	842.0
	Oscilación 7.1° C				P/T	46.5								
	% lluvias 6 meses más húmedos					92.1								
	% lluvias de invierno				2.9									
VI-c Tipo de Clima $C(w_0)$	Prom. Temperatura	15.6	17.2	19.1	21.0	22.6	22.5	21.3	21.1	20.7	19.6	17.6	16.1	19.4
	Prom. Precipitación	13.3	3.4	4.0	5.4	30.7	149.2	180.0	161.4	126.8	43.8	16.9	14.2	749.1
	Oscilación 7.0° C				P/T	38.6								
	% lluvias 6 meses más húmedos					92.4								
	% lluvias de invierno				2.8									
VI-d Tipo de Clima $C(w_1)$ (Guadalajara, Jal.)	Prom. Temperatura	15.1	16.7	18.6	20.3	23.0	22.3	21	20.7	20.9	20.1	18.6	17.0	19.5
	Prom. Precipitación	12.0	4.0	5.0	6.0	23.0	177.0	258.0	203.0	154.0	53.0	14.0	14.0	923.0
	Oscilación 7.9° C				P/T	47.3								
	% lluvias 6 meses más húmedos					94								
	% lluvias de invierno				2.3									

DATOS PARA LA GRÁFICA VII
PROMEDIOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE ESTACIONES CON TIPO DE CLIMA *ET* DE KÖPPEN

Datos para el trazo de las gráficas tipo

		E.	*F.*	*M.*	*A.*	*M.*	*J.*	*J.*	*A.*	*S.*	*O.*	*N.*	*D.*	*Anual*
VII-a Campamento Hueyatlaco, Méx. Tipo de Clima *E(T)HC*	Prom. Temperatura	6.4	7.1	8.6	9.2	8.9	8.5	7.8	7.7	7.7	7.4	6.9	6.5	7.5
	Prom. Precipitación	25.2	13.1	19.6	58.0	152.0	192.3	178.2	172.0	203.9	98.0	59.4	15.1	1186.8
	Oscilación 2.8° C			P/T	158.2									
	% lluvias mayo a octubre			84										
	% lluvias de invierno			4.9										
VII-b Ivigtut, Groenlandia. Tipo de Clima *ET*	Prom. Temperatura	—7.2	—7.2	—4.4	—0.6	4.4	8.3	10.0	8.3	5.0	1.1	—3.3	—6.1	0.7
	Prom. Precipitación	84	69	86	61	91	76	84	96	152	150	112	79	1140
	Oscilación 17.2° C			P/T	1628.5									
	% lluvias mayo a octubre			56.9										
	% lluvias de invierno			21.0										
VII-c Punta Barrow, Alaska. Tipo de Clima *ET*	Prom. Temperatura	—28.3	—25.0	—25.6	—19.9	—6.1	1.7	4.4	3.9	—0.6	—8.9	—17.8	—26.1	—12.0
	Prom. Precipitación	8	5	5	8	8	8	28	20	13	20	10	10	143
	Oscilación 32.7° C													
	% lluvias mayo a octubre			67.8										
	% lluvias de invierno			41.8										

DATOS PARA LA GRÁFICA VIII
PROMEDIOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE TODAS LAS ESTACIONES CON TIPO DE CLIMA C EN EL SE DE LA ALTIPLANICIE MEXICANA

Datos para el trazo de las gráficas tipo

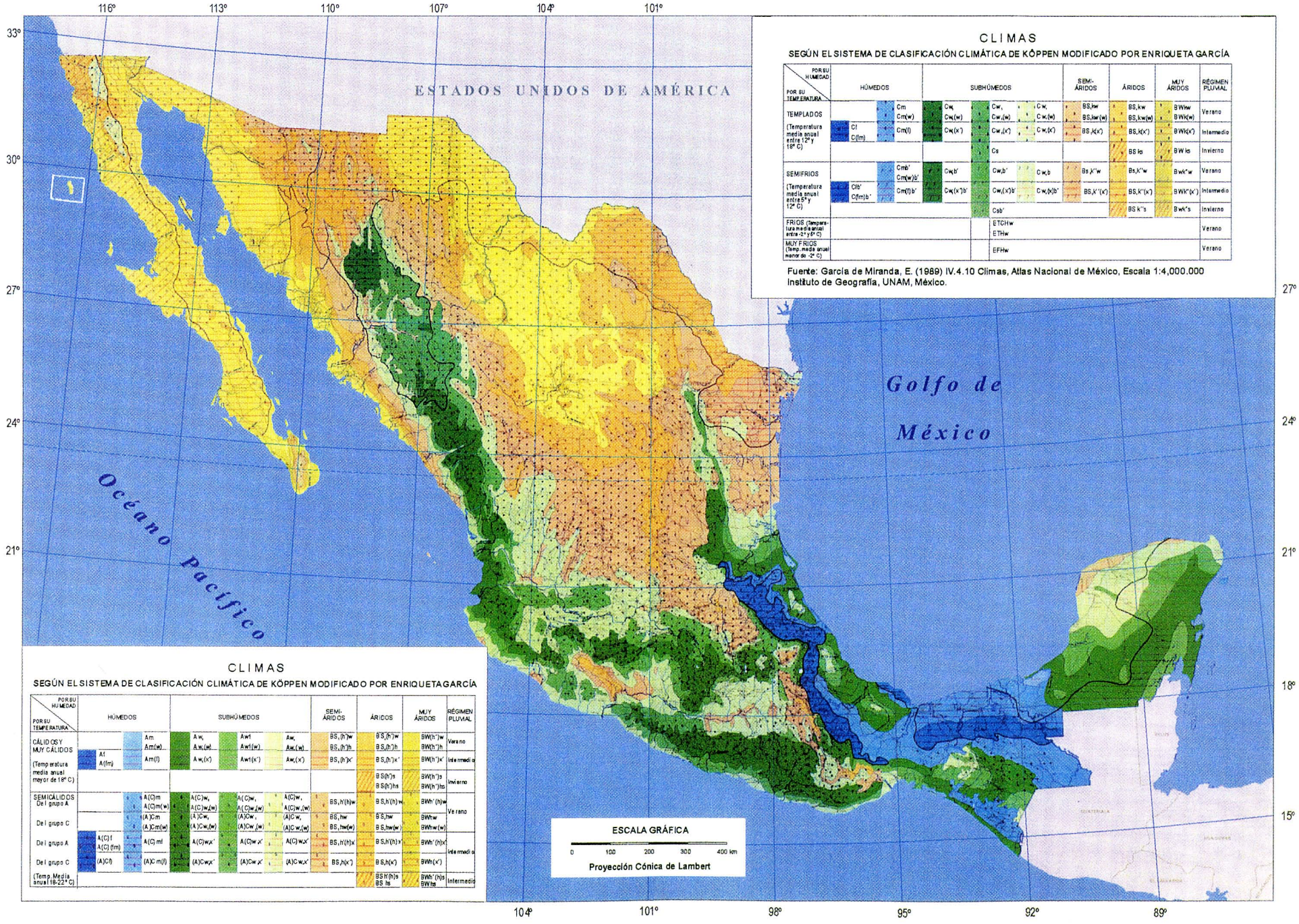
		E.	*F.*	*M.*	*A.*	*M.*	*J.*	*J.*	*A.*	*S.*	*O.*	*N.*	*D.*	*Anual*
VIII-a Tipo de Clima $C(w_2)$	Prom. Temperatura	10.9	12.3	13.9	15.1	15.8	15.3	14.6	14.6	14.3	13.6	12.3	11.2	13.5
	Prom. Precipitación	11.0	7.3	11.4	29.1	80.5	191.8	215.1	210.7	187.0	73.4	30.0	11.9	1059.2
	Oscilación 4.9° C.				P/T	78.4								
	% lluvias 6 meses más húmedos				90.5									
	% lluvias de invierno				2.8									
VIII-b Tipo de Clima $C(w_1)$	Prom. Temperatura	12.2	13.6	15.4	16.5	17.3	17.1	16.1	16.2	15.7	14.8	13.4	12.4	15.1
	Prom. Precipitación	8.4	3.4	9.7	24.1	65.2	126.2	140.1	143.5	115.9	46.9	19.7	6.0	709.7
	Oscilación 5.1° C.				P/T	47.0								
	% lluvias 6 meses más húmedos				89.9									
	% lluvias de invierno				3.0									
VIII-c Tipo de Clima $C(w_0)$	Prom. Temperatura	12.2	13.8	15.8	17.1	17.7	17.8	17.1	17.0	16.5	15.0	13.8	12.3	15.5
	Prom. Precipitación	6.1	3.8	12.4	26.6	69.7	110.1	119.0	116.0	111.4	38.9	19.0	4.2	637.2
	Oscilación 5.6° C.				P/T	41.1								
	% lluvias 6 meses más húmedos				88.7									
	% lluvias de invierno				3.5									
VIII-d Tipo de Clima $C(w_2)$ (Tacubaya, D.F.)	Prom. Temperatura	12.5	14.0	16.4	17.4	17.7	17.0	15.9	15.9	15.7	14.8	13.6	12.6	15.3
	Prom. Precipitación	8.2	5.9	10.7	24.3	54.4	129.4	166.2	156.9	137.2	53.2	13.5	6.1	766.1
	Oscilación 5.2° C.				P/T	50.1								
	% lluvias 6 meses más húmedos				91									
	% lluvias de invierno				3.2									

DATOS PARA LA GRÁFICA IX
PROMEDIOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE ESTACIONES CON TIPO DE CLIMA *Aw* QUE SE ENCUENTRAN HACIA EL BORDE MÁS SECO Y HACIA EL MÁS HÚMEDO EN YUCATÁN Y LLANURA DEL GOLFO

Datos para el trazo de las gráficas tipo

		E.	*F.*	*M.*	*A.*	*M.*	*J.*	*J.*	*A.*	*S.*	*O.*	*N.*	*D.*	*Anual*
IX-a Tipo de Clima Aw_0	Prom Temperatura	24	24.1	27.4	28.7	29.8	28.9	28.5	28.1	26.8	25.3	23.9	22.0	24.1
Mérida, Yuc.	Prom. Precipitación	22.3	28.9	10.2	12.9	46.2	135.3	171.9	157.0	180.1	106.3	56.7	32.3	960.1
	Oscilación 5.9° C				P/T	39.8								
	% lluvias 6 meses más húmedos				83									
	% lluvias de invierno				6.4									
IX-b Tipo de Clima Aw_2	Prom Temperatura	22.9	23.9	26.2	28.1	29.3	28.5	27.7	27.9	27.7	26.5	24.9	23.4	26.4
San Pedro, Tab.	Prom. Precipitación	60.1	39.3	35.6	41.3	112.9	241.0	169.9	164.3	262.2	213.3	129.9	79.8	1549.6
	Oscilación 6.4° C				P/T	58.7								
	% lluvias 6 meses más húmedos				75.1									
	% lluvias de invierno				8.7									
IX-c Tipo de Clima Aw_0	Prom Temperatura	22.8	23.3	25.5	27.8	29.2	28.6	27.6	27.4	27.2	26.2	24.3	24.3	26.1
Soledad de Doblado, Ver.	Prom. Precipitación	14.7	9.4	8.4	11.7	51.5	180.3	211.8	166.9	187.1	70.8	25.9	13.6	952.1
	Oscilación 6.4° C				P/T	36.5								
	% lluvias 6 meses más húmedos				91.2									
	% lluvias de invierno				3.4									
IX-d Tipo de Clima Aw_2	Prom Temperatura	24.6	24.9	27.5	29.3	30.7	30.1	29.1	29.5	29.1	28.6	26.9	25.3	28.0
Tierra Blanca, Ver.	Prom. Precipitación	13.8	8.6	18.9	18.4	62.7	222.5	367.6	254.4	262.0	116.6	50.6	25.5	1421.6
	Oscilación 6.1° C				P/T	58.7								
	% lluvias 6 meses más húmedos				90.4									
	% lluvias de invierno				2.9									

Mapa de climas de la República Mexicana de Köppen modificado por Enriqueta García



CLIMAS

SEGÚN EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN MODIFICADO POR ENRIQUETA GARCÍA

POR SU HUMEDAD / POR SU TEMPERATURA	HÚMEDOS		SUBHÚMEDOS		SEMI-ÁRIDOS	ÁRIDOS	MUY ÁRIDOS	RÉGIMEN PLUVIAL
TEMPLADOS		Cm Cm(w)	Cw Cw(w)	Cw1 Cw1(w) Cw2(w)	BS1kw BS1kw(w)	BS1kw BS1kw(w)	BWkw BWk(w)	Verano
(Temperatura media anual entre 12° y 18° C)	C(f) C(fm)	Cm(f)	Cw(x')	Cw1(x') Cw2(x')	BS1k(x')	BS1k(x')	BWk(x')	Intermedio
				Cs		BS1ks	BWks	Invierno
SEMIFRÍOS		Cmb' Cm(w)b'	Cwb'	Cw1b' Cw2b'	BS1k'w	BS1k'w	BWk'w	Verano
(Temperatura media anual entre 5° y 12° C)	C(f)b' C(fm)b'	Cm(f)b'	Cw(x')b'	Cw1(x')b' Cw2(x')b'	BS1k'(x')	BS1k'(x')	BWk'(x')	Intermedio
				Csb'		BS1k's	BWk's	Invierno
FRÍOS (Temperatura media anual entre -2° y 5° C)				ETCHw ETHw				Verano
MUY FRÍOS (Temp. media anual menor de -2° C)				EFHw				Verano

Fuente: García de Miranda, E. (1989) IV.4.10 Climas, Atlas Nacional de México, Escala 1:4,000.000 Instituto de Geografía, UNAM, México.

CLIMAS

SEGÚN EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN MODIFICADO POR ENRIQUETA GARCÍA

POR SU HUMEDAD / POR SU TEMPERATURA	HÚMEDOS		SUBHÚMEDOS		SEMI-ÁRIDOS	ÁRIDOS	MUY ÁRIDOS	RÉGIMEN PLUVIAL
CÁLIDOS Y MUY CÁLIDOS	Af Af(m)	Am Am(w) Am(i)	Aw0 Aw0(w) Aw0(x')	Aw1 Aw1(w) Aw1(x')	Aw2 Aw2(w) Aw2(x')	BS1(h')w BS1(h')h BS1(h')x'	BW(h')w BW(h')h BW(h')x'	Verano Intermedio
(Temperatura media anual mayor de 18° C)						BS(h')s BS(h')hs	BW(h')s BW(h')hs	Invierno
SEMICÁLIDOS De I grupo A		A(C)m A(C)m(w)	A(C)w0 A(C)w0(w)	A(C)w1 A(C)w1(w)	A(C)w2 A(C)w2(w)	BS1h'(h)w	BWh'(h)w	Verano
De I grupo C		(A)Cm (A)Cm(w)	(A)Cw0 (A)Cw0(w)	(A)Cw1 (A)Cw1(w)	(A)Cw2 (A)Cw2(w)	BS1hw BS1hw(w)	BWhw BWhw(w)	
De I grupo A	A(C)f A(C)f(m)	A(C)mf	A(C)w0x'	A(C)w1x'	A(C)w2x'	BS1h'(h)x'	BWh'(h)x'	Intermedio
De I grupo C	(A)C(f)	(A)Cmf(i)	(A)Cw0x'	(A)Cw1x'	(A)Cw2x'	BS1h(x')	BWh(x')	
(Temp. Media anual 18-22° C)						BS1H'(h)s BS1hs	BWh'(h)s BWhs	Intermedio

REFERENCIAS

Beaman, H. J. (1962),"The timberlines of Iztaccihuatl and Popocatépetl", *Ecol.*, vol. 43, núm. 3, México, pp. 377-385.

Brichambaut, G, P. de (1958), "Estudio preliminar de las formas de clima en las zonas cálidas y sus relaciones con la vegetación", *Bol. Soc.*, núm 23, México, pp. 132-145.

García, E., C. Soto y F. Miranda (1961), "Larrea y clima", *An. Inst. Biol.*, núm. 31, México, pp. 133-171.

Hernández, J. (1923), "The temperature of Mexico", *Monthly Weather Review*, supl.23, USA Dept. of Agr., Weath, Bureau.

Köppen, W. (1936), "Das geographische System der Klimate in Handbuch der Klimatologie", *Band I, Teil C.*, Berlín, pp. 1-44.

Köppen, W. (1938), "Climas de la esfera terrestre", en *Gran Atlas Soviético Mundial* (en ruso).

Köppen, W. (1948), *Climatología* (versión directa de Grundriss der Klimatologie 1923, 1931 por Hendrichs Pérez), Fondo de Cultura Económica, México-Buenos Aires.

Lorenzo, J. L. (1959), *Los glaciares de México*, Monogr. Inst. Geofís., I, UNAM, México, pp. 1-114.

Martínez, M. (1963), *Las pináceas mexicanas*, 3ª edic., UNAM, México, pp. 1-400.

Miranda, F. (1959), "Estudios acerca de la vegetación", en *Los recursos del suroeste y su aprovechamiento*, Inst. Mex. Rec. Nat. Renov., México, pp. 215-271.

Mohr, E. C. J. and F. A. Van Baren (1954), *Tropical Soils*, N. V. Vitg. W. Van Hoeve, Interscience Publish, pp. 1-498.

Robles R., R. (1943), "Algunas ideas sobre la glaciación y morfología del Iztaccíhuatl", *Mem. Congr. Cient. Mex.*, tomo IV, C. Fís. y Mat., UNAM, México.

Vivó, A. J. y J. C. Gómez (1946), *Climatología de México*, Inst. Panam. de Geogr. e Hist., Dir de Geogr. Meteor. e Hidrol., México.

White Sidney, E. (1954), "The Firn Field on the Volcano Popocatépetl, Mexico", *Journal of Glaciol.* 2:16, Cambridge, pp. 389-392.

White Sydney, E., F. Mooser, Federico y J. L. Lorenzo (1956), "Geología glacial del Iztaccíhuatl, La Cuenca de México. Consideraciones Geológicas y Arqueológicas", Dir. de Prehist. Publ., núm. 2, México, pp. 19-27.

SEGUNDA PARTE

Datos meteorológicos de las estaciones empleadas en este trabajo, actualizados a 1995

Esta segunda parte incluye los siguientes datos: como título, el nombre de cada estado con un número de clave que va del 01, Aguascalientes, al 32, Zacatecas; la primera columna de los cuadros representa el número de la estación como aparece en la carta de climas de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y en las de INEGI; en seguida se añade el nombre de cada estación y sus coordenadas geográficas: latitud, longitud y altitud. El renglón que empieza con T incluye: el número de años que se consideraron para el promedio en el lapso 1921-1995, la temperatura media de todos los meses del año y el promedio anual expresados en grados centígrados. El renglón que empieza con P comprende el número de años de servicio, las precipitaciones medias mensuales y la suma total anual de las primeras expresadas en milímetros. La columna encabezada con P/T incluye el cociente que resulta de dividir la precipitación total anual expresada en mm entre la temperatura media anual en grados centígrados; es un índice de humedad conocido como Índice de Lang.

La siguiente columna representa el porcentaje de la precipitación recibida en los tres meses invernales: enero, febrero y marzo, respecto de la total anual.

La columna encabezada con Osc. contiene la diferencia entre temperatura entre el mes más frío y el más caliente, es decir, la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales. La última columna incluye el tipo de clima de cada estación meteorológica según el sistema modificado.

El orden de las letras en la fórmula climática se cambió respecto al que aparece en ediciones anteriores y es como sigue: primero se señala el grupo y subgrupo climático con letras mayúsculas (en las estaciones del grupo *B* se añade en seguida la letra del tipo climático *W*, S_0 o S_1), después la letra o letras que indican las condiciones térmicas, luego los símbolos del régimen pluviométrico; en los húmedos y subhúmedos, con indicación de su grado de humedad. A continuación el símbolo de la oscilación térmica anual, y al final, si la localidad presenta canícula se añade el símbolo *w"*.

Los datos fueron tomados de los archivos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), de la Comisión Nacional del Agua (CNA), y de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), recopilados y procesados por personal del Instituto de Geografía de la (UNAM).

TERCERA PARTE

Cuadros para clasificar los climas según el sistema modificado

GUÍA PARA CLASIFICAR EL CLIMA SEGÚN EL SISTEMA DE KÖPPEN MODIFICADO POR ENRIQUETA GARCÍA, EMPLEANDO LA SERIE DE CUADROS DEL 1 AL 5 Y NOTAS ADICIONALES.

Nombre de la estación
Coordenadas geográficas: Latitud Longitud Altitud
Períodos de observación: T: P: _____
Datos mensuales y anuales de temperatura T en °C y de precipitación P en mm.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
T	____	____	____	____	____	____	____	____	____	____	____	____	_____
P	____	____	____	____	____	____	____	____	____	____	____	____	_____

I. Construir con los datos gráficas de temperatura y precipitación.

II. LLENAR EL CUADRO SIGUIENTE ANOTANDO LOS DATOS QUE SE PIDEN:

1) Temperatura media anual en °C _____
2) Temperatura del mes más frío y mes en que se presenta _____
3) Temperatura del mes más caliente y mes en que se presenta _____
4) Precipitación total anual en mm _____
5) Precipitación del mes más seco y mes en que se presenta _____
6) Precipitación del mes más lluvioso y mes en que se presenta _____
7) Porcentaje de lluvia invernal: $\frac{E+F+M}{\text{anual}} \times 100 =$ _____
8) Determinar el régimen de lluvias (véanse encabezados Cuadro 2) _____
9) Anotar las fórmulas del cuadro 2 ^{r}h y ^{r}s que corresponden al porcentaje de lluvia invernal calculado _____
10) Aplicar las fórmulas adecuadas del cuadro 2 para separar para el régimen calculado: _____

    a) húmedo y subhúmedos de secos .....^{r}h = _____
    b) secos *BS* de muy secos7 *BW* (véanse Cuadro 2 y nota**) ^{r}s= _____
    c) decidir si el clima es seco o no lo es _____

11) Anotar el grupo y subgrupo de climas (véase Cuadro 1) _____
12) Determinar el tipo de clima: si es de los grupos y subgrupos de los *A* o *C* consultar las gráficas del Cuadro 3 y anotar si es húmedo o subhúmedo _____
13) Para determinar el subtipo climático según el grado de humedad: _____

    a) calcular el cociente de la precipitación anual expresada en mm entre la temperatura media anual en °C: P/T = _____
    b) determinar los símbolos adecuados según el cociente P/T y el % de lluvia invernal (consultar Cuadro 2) _____
    c)Anotar la presencia de canícula (véanse nota 1, Cuadro 5) _____

14) Anotar el símbolo que se usa para describir las condiciones de temperatura tomando en cuenta la temperatura media anual y la de los meses más frío y más caliente (véase Cuadro 4) _____
15) Calcular la oscilación térmica anual (diferencia en temperatura entre el mes más frío y el mes más caliente) _____
16) Anotar la letra que se emplea para la oscilación (véase Cuadro 5) _____

17) Determinar la marcha anual de la temperatura para ello _____

a) indicar el número de máximos y determinar cuándo ocurre el mayor (véase Gráfica que se construyó) _____
b) anotar la letra que se emplea para la marcha (véase Cuadro 5) _____

18) Localizar la estación por la marcha anual en zona intertropical o extratropical _____
19) Apuntar el tipo de clima con todas las letras anotadas (véase ordenamiento según el Cuadro 1) _____
20) Tipo de clima con palabras _____

CUADRO 1. GRUPOS, SUBGRUPOS, TIPOS Y SUBTIPOS CLIMÁTICOS

GRUPO DE CLIMAS	SUBGRUPO CLIMÁTICO	TIPOS	SUBTIPOS	VARIANTES
A Cálido húmedo y subhúmedo temperatura media del mes más frío > 18° precipitación anual igual o mayor al valor calculado por la fórmula ^{r}h del cuadro 2.	A Cálido temperatura media anual >22° temperatura del mes más frío > 18°	f f (m) m (f) m m (w) w (x') w	w_2 (x'); w_1 (x'); w_0 (x') w_2; w_1; w_0 w_2 (w); w_1 (w_0); w_0 (w)	w"
	A (C) semicálido del grupo A temperatura media anual entre 18° y 22° T del mes más frío > 18°	w (w) x' x' (w)	x' (w_2); x'(w_1); x' (w_0)	
C Templado húmedo y subhúmedo T media del mes más frío entre -3 y 18° T media del mes más caliente > 6.5° P anual igual o superior al valor calculado por la fórmula r del cuadro 2	(A) C semicálido del grupo C T media anual > 18° T del mes más frío < 18°	m (m) (w) (w) (x') (w)	(w_2) (x'); (w1) (x'); (w_0) (x') (w_2); (w_1); (w_0)	i isotermal (i') con poca oscilación
	C Templado T media anual entre 12 y 18°	(w) (w) x'	(w_2) (w); (w_1) (w_0); (w_0) (w)	(e) extremoso
	Cb' y Cc Semifríos T media anual entre 5 y 12°	(x') (w) s(x') s	(x') (w_2); (x') (w_1); (x') (w_0)	(e')muy extremoso
B Seco P anual inferior al valor calculado por la fórmula $^{r}_{h}$ del cuadro 2	B (h') y B(h')h cálidos Bh'(h) y Bh semicálidos Bk y Bk' templados Bk" semifrío	x' x' (w) w(x') w w(w) s (x') s	s_i semiseco s_0 seco	*g* marcha de la temperatura tipo ganges
E Frío T media del mes más caliente < 6.5°	E(T)HC y E(T)H fríos T media anual entre -2 y 5° EFH muy frío T media anual < -2°	(w) w (w) w(x')	(w_2); (w_1); (w_0) (w_2) (w); (w_1); (w_0) (w) (w_2) (x'); (w_1) (x'); (w_0) (x')	

En este cuadro sólo se señalan los valores a nivel de grupo y subgrupo. Los parámetros restantes se indican en los cuadros siguientes.
El ordenamiento de los símbolos en la fórmula climática es como aparece en este cuadro, Ej: A(C)m (f)w"(i')g, excepto en los climas secos B en los que la letra del subtipo va a continuación de la del grupo climático y la del tipo después de la del subgrupo: BS (h')hw(e)g.

CUADRO 2. GRADOS DE HUMEDAD Y REGIMEN DE LLUVIAS

GRADOS DE HUMEDAD	COCIENTE P/T	REGÍMENES DE LLUVIA						
	P = precipitación anual en mm	*De verano:* por lo menos 10 veces mayor cantidad de precipitación en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco. Esto no necesariamente se cumple con los climas Am.		*Intermedio* entre verano e invierno: si el máximo de precipitación se encuentra en la mitad caliente del año, no llega a 10 veces la del mes más seco; si está en invierno, no llega a tres veces.		*De invierno:* por lo menos tres veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad fría del año, que en el mes más seco.	
	T = temperatura media anual en °C	$^{**r}h = 2t + 28$ $^{*r}s = \frac{2t + 28}{2}$	$^{r}h = 2t + 21$ $^{r}s = \frac{2t + 21}{2}$	$^{r}h = 2t + 14$ $^{r}s = \frac{2t + 14}{2}$		$^{r}h = 2t$ $^{r}s = \frac{2t}{2}$	
		PORCENTAJE DE PRECIPITACIÓN INVERNAL RESPECTO A LA TOTAL ANUAL					
		menor de 5	entre 5 y 10.2	mayor de 10.2	menor de 18	mayor de 18	menor de 36	mayor de 36
HÚMEDOS de los grupos A o C	Su límite no se establece por P/T, sino según las gráficas del cuadro 3.	m (w) (m) (w)	m (m)	m (f) (m) (f)	f (m) (fm)	f (f)	No se presentan en México	
SUBHÚMEDOS de los grupos A, C o E	P/T > 55.0 en los climas C, (A)C, E P/T > 55.3 en los climas A y A(C)	(w_2) (w) w_2 (w)	(w_2) w_2	(w_2) (x') w_2 (x')	(x') (w_2) x' (w_2)	x'	s(x')	s
	3.2 < P/T < 55.0 en los climas C, (A)C, E 43.2 < P/T < 55.3 en los climas A y A(C)	(w_1) (w) w_1 (w)	(w_1) w_1	x' (w_1)	(w_1) (x') w_1 (x') (x') (w_1)			
	C, (A) C,E P/T > 43.2 A y A (C)	(w_0) (w) w_0 (w)	(w_0) w_0	(w_0) (x') w_0 (x')	(x') (w_0) x' (w_0)			
SEMIÁRIDOS BS_1	P/T > 22.9	w(w)	w	w(x')	x'(w)			
ÁRIDOS BS_0	P/T > 22.9							
MUY ÁRIDOS BW	Su límite no se establece por P/T, sino conforme a la fórmula ^{r}s							

** ^{r}h = cantidad mínima necesaria de precipitación anual (expresada en cm), para que el clima sea húmedo o subhúmedo; si la estación cuyo clima se clasifica tiene una precipitación anual que [illegible] ^{r}h, su clima es seco B; r_h es el límite entre los secos y los húmedos y subhúmedos.

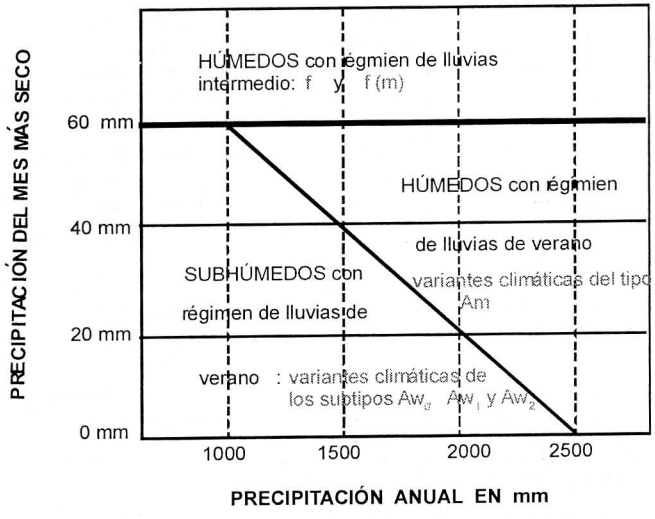
* ^{r}s = cantidad mínima necesaria de precipitación anual (expresada en cm), para que el clima sea BS en cualquiera de sus dos modalidades; si la estación cuyo clima se clasifica tiene una precipitación anual menor que el valor calculado para r_s el clima es muy árido BW; r_s es el límite BS/BW o límite de los secos entre sí.

t = temperatura media anual expresada en grados centígrados, de la estación por clasificar.

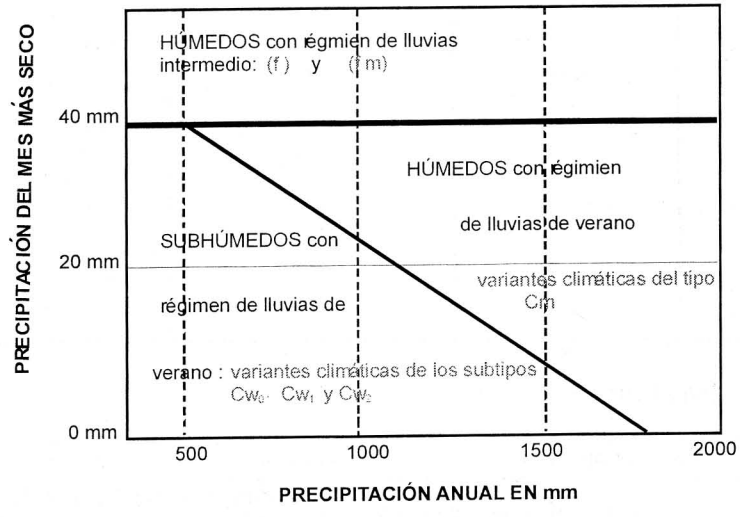
La mitad caliente del año en el hemisferio norte comprende de abril a septiembre.

CUADRO 3. GRÁFICAS PARA SEPARAR LOS CLIMAS HÚMEDOS DE LOS CLIMAS SUBHÚMEDOS

GRUPO DE CLIMAS CÁLIDOS A Y SUBGRUPO DE LOS SEMICÁLIDOS A(C)



GRUPO DE CLIMAS TEMPLADOS C Y SUBGRUPO DE LOS SEMICÁLIDOS (A)C



CUADRO 4. CONDICIONES DE TEMPERATURA

DESIGNACIONES PARA DESCRIBIR LAS CONDICIONES DE TEMPERATURA		TEMPERATURA MEDIA			SÍMBOLOS PARA LOS GRUPOS DE CLIMAS HÚMEDOS Y SUBHÚMEDOS A, C y E		SÍMBOLOS PARA EL GRUPO DE CLIMAS SECOS B BS_1 BS_0 y BW
		ANUAL	DEL MES MÁS FRÍO	DEL MES MÁS CALIENTE			
(CÁLIDO)		(sobre 22°)	sobre 18°	no se da límite	A		(h ')
			bajo 18°				(h ') h
(SEMICÁLIDO DEL GRUPO A)		(entre 18° y 22°)	sobre 18°	no se da límite	A (C)		h ' (h)
(SEMICÁLIDO DEL GRUPO C)		(sobre 18°)	bajo 18°	sobre 22°	(A) C	a	h
TEMPLADO	con verano cálido	(entre 12° y 18°)	entre -3° y 18°	sobre 22°	C	a	k
	con verano fresco largo			bajo 22°		b	k'
(SEMIFRÍO)	con verano fresco largo	(entre 5° y 12°)	entre -3 y 18°	bajo 22°	Cb'		k''
	con verano fresco corto			menos de cuatro meses con temperatura mayor a 10	Cc		
FRÍO		(entre -2° y 5°)	sobre 0°	(entre 0° y 6.5°)	E(T)C E(T)		
			bajo 0°				
(MUY FRÍO)		(bajo -2°)	bajo 0°	bajo 0°	EF		

CUADRO 5. OTROS SÍMBOLOS EMPLEADOS EN LA CLASIFICACIÓN

SÍMBOLO **DESCRIPCIONES**

w" Indica la presencia de canícula en los climas con régimen de lluvias de verano. Se llama canícula, sequía de medio verano o sequía intraestival a una pequeña temporada menos húmeda que se presenta en la mitad caliente y lluviosa del año; se manifiesta como una merma en las cantidades de lluvia de los meses veraniegos. Se representa con el símbolo w" puesto al final de todas las letras de la clasificación.

Los símbolos siguientes se emplean para describir la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, o sea, la diferencia en temperatura entre el mes más frío y el más caliente del año, y corresponde a las siguientes condiciones:

	DESIGNACIÓN	**VALORES DE LA OSCILACIÓN**	
i	isotermal	menor de 5° C	
(i')	(con poca oscilación)	(entre 5 y 7° C)	Estos símbolos se anotan en la fórmula climática después del que indica canícula o en su defecto, después de los que describen el régimen de lluvias.
(e)	(extremoso)	(entre 7 y 14° C)	
(e')	(muy extremoso)	(mayor de 14° C)	

g Este símbolo se refiere a la marcha anual de la temperatura; señala los lugares que presentan el mes más caliente antes del solsticio de verano, o sea, antes de junio en el hemisferio norte o de diciembre en el sur. Significa una marcha de la temperatura tipo Ganges.

H Se emplea únicamente en los climas fríos E para indicar que en México sólo se localizan a gran altitud.

Nota: En el sistema modificado, todo lo que aparece entre paréntesis indica condiciones nuevas, ya sean letras o descripciones; los subíndices también indican innovaciones. Los símbolos y descripciones sin paréntesis se emplean como en el sistema original de Köppen.

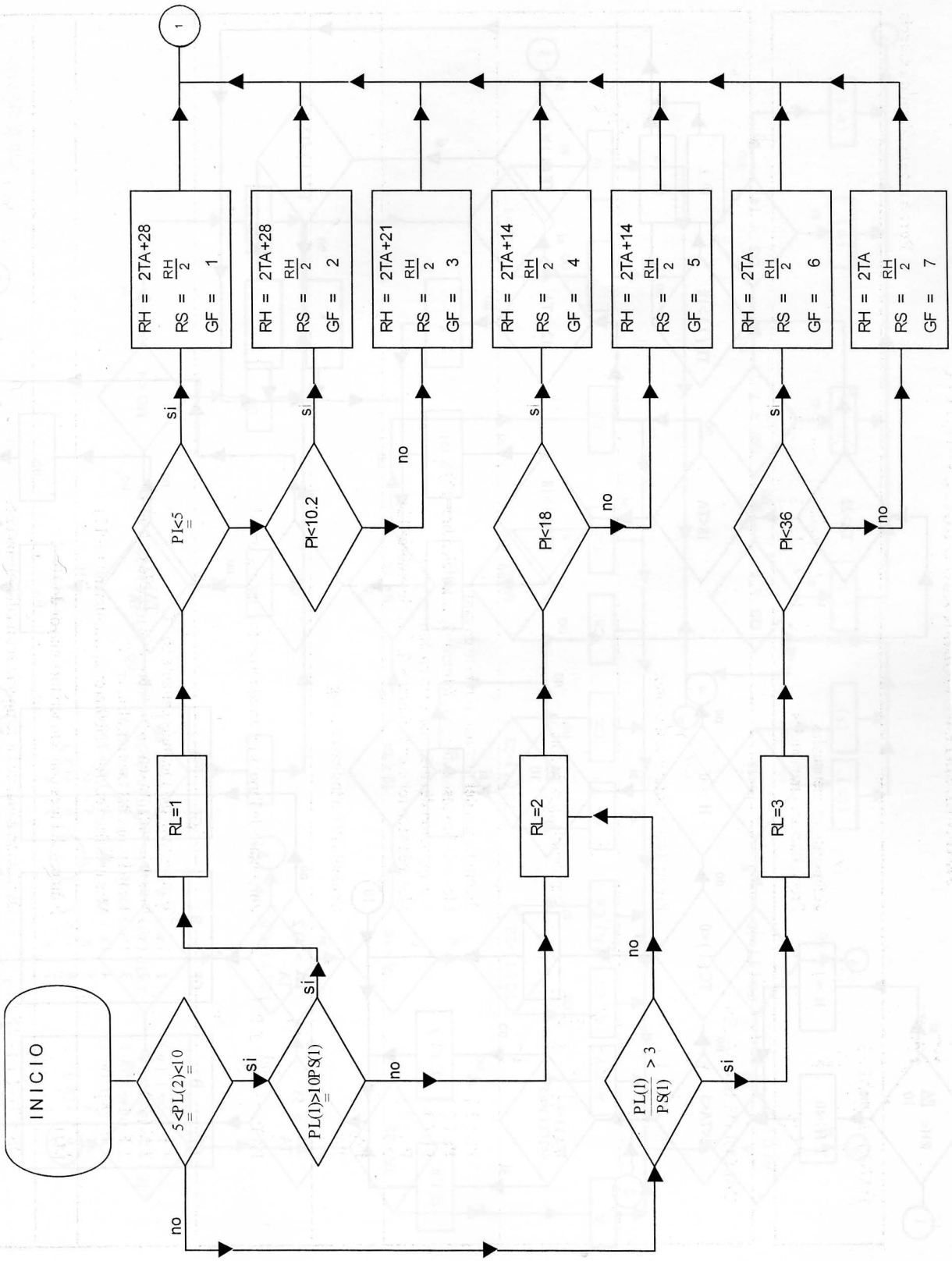
DIAGRAMA DE FLUJO PARA CLASIFICAR E L CLIMA SEGÚN EL SISTEMA MODIFICADO O KÖPPEN - GARCÍA

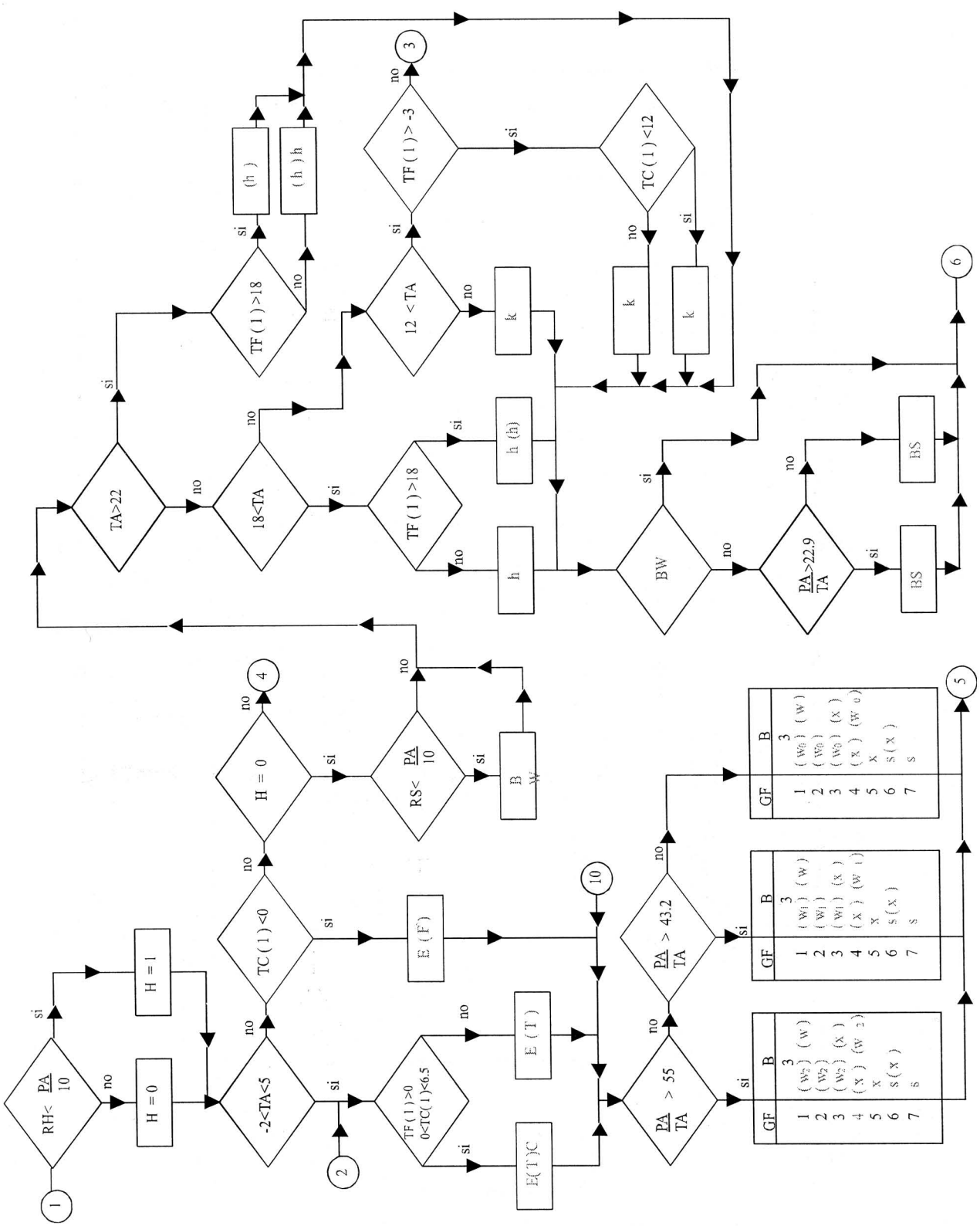
Por: Antonio Miranda García

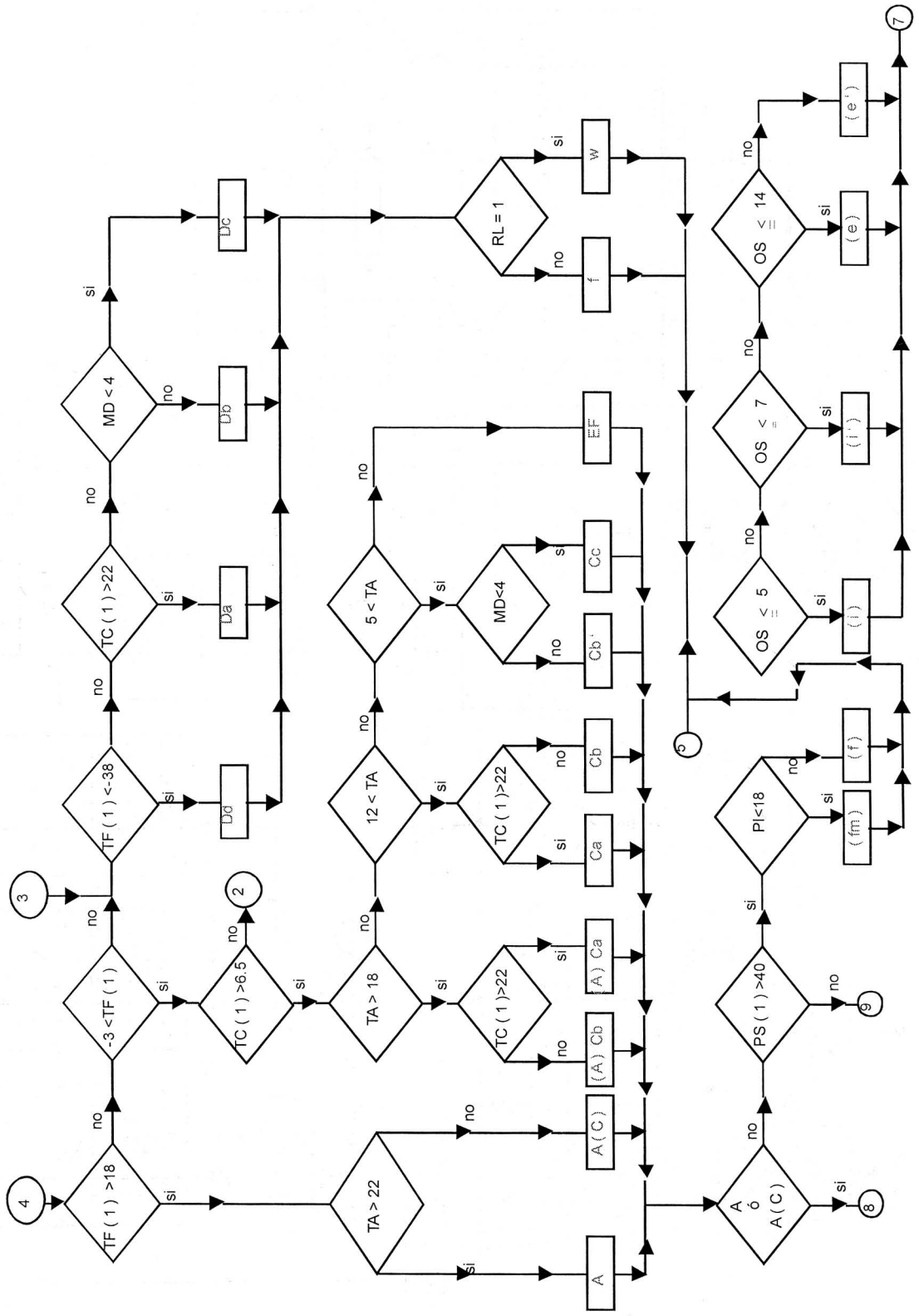
DATOS INICIALES		
T (I)	Temperaturas mensuales	I = 1, 2, 3, ... 12
P (I)	Precipitaciones mensuales	I = 1, 2, 3, ... 12

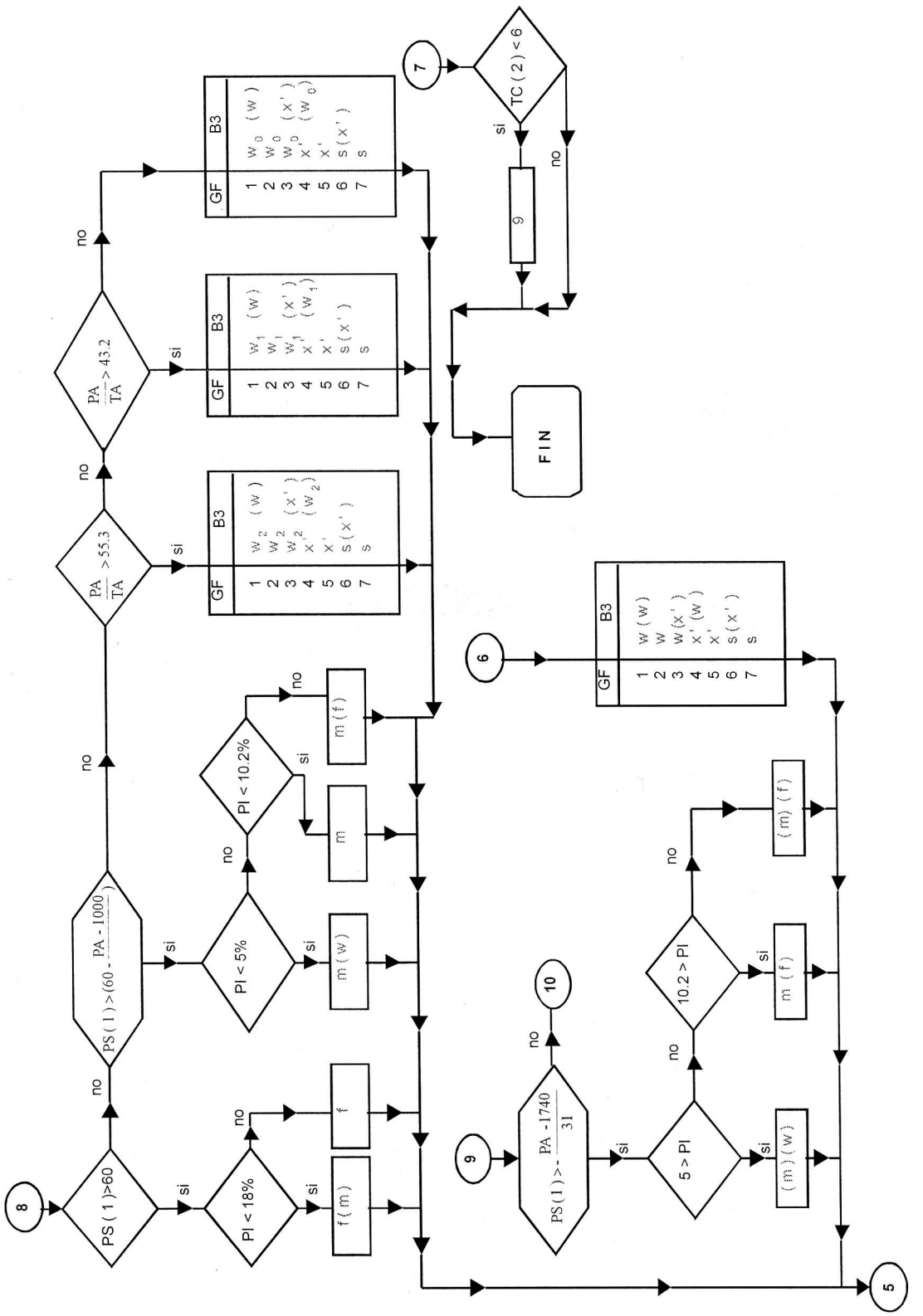
CÁLCULOS INICIALES	
$PA = \sum_{I=1}^{12} P(1)$	Precipitación total anual en mm
$TA = \frac{1}{12} \sum_{I=1}^{12} T(I)$	Temperatura media anual en ° C
PL (1)	Precipitación del mes más lluvioso en mm
PL (2)	Mes más lluvioso (enero=1, febrero=2, ...diciembre=12)
PL (1)	Precipitación del mes más seco en mm
PL (2)	Mes más seco (enero=1, febrero=2, ...diciembre=12)
$\frac{PA}{TA}$	Cociente P/T o índice de Lang
$PA\ PI = \frac{100}{PA} \sum_{I=1}^{3} P(I)$	Porcentaje de lluvias invernal respecto a la total anual
T C (1)	Temperatura del mes más caliente en ° C
T C (2)	Mes más caliente (enero=1, febrero=2, ...diciembre=12)
T F (1)	Temperatura del mes más frío en ° C
T F (2)	Mes más frío (enero=1, febrero=2, ...diciembre=12)
MD	Número del mes con temperatura mayor de 10° C
OS = TC (1) - TF (1)	Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales

Para entrar al diagrama es útil efectuar los cálculos previos y numerar los meses.


INICIO
5≤PL(2)≤10
si
no
PL(1)≥10PS(1)
si
no
RL=1
RL=2
RL=3
PL(1)/PS(1) > 3
si
no
PI≤5
si
no
PI<10.2
si
no
PI<18
si
no
PI<36
si
no
RH = 2TA+28
RS = RH/2
GF = 1
RH = 2TA+28
RS = RH/2
GF = 2
RH = 2TA+21
RS = RH/2
GF = 3
RH = 2TA+14
RS = RH/2
GF = 4
RH = 2TA+14
RS = RH/2
GF = 5
RH = 2TA
RS = RH/2
GF = 6
RH = 2TA
RS = RH/2
GF = 7
1


RH< PA/10
si
no
H = 1
H = 0
-2<TA<5
TC(1)<0
E(F)
H = 0
RS< PA/10
B
W
TF(1)>0
0<TC(1)<6.5
E(T)
E(T)C
PA/TA > 55
PA/TA > 43.2
GF
B
TA>22
18<TA
TF(1)>18
h (h)
h
12 <TA
k
TF(1)>18
(h)
(h)h
TF(1)>-3
TC(1)<12
BW
PA/TA>22.9
BS
1
2
3
4
5
6
7
10


4
TF (1) >18
si
no
TA > 22
si
A
no
A (C)
-3 <TF (1)
si
no
TC (1) >6.5
si
no
2
TF (1) <-38
si
Dd
no
TC (1) >22
si
Da
no
MD < 4
no
Db
si
Dc
3
TA > 18
si
no
TC (1)>22
si
(A) Ca
no
(A) Cb
12 < TA
si
no
TC (1)>22
si
Ca
no
Cb
5 < TA
si
no
MD<4
s
Cc
no
Cb'
EF
RL = 1
si
w
no
f
5
A
ó
A (C)
si
8
no
PS (1) >40
si
9
no
PI<18
si
(fm)
no
(f)
OS ≤ 5
si
(i)
no
OS ≤ 7
si
(i')
no
OS ≤ 14
si
(e)
no
(e')
7


8
PS (1)>60
si
no
PI < 18%
f (m)
f
PS (1) > (60 - PA - 1000)
PI < 5%
m (w)
m
PI < 10.2%
m (f)
PA / TA > 55.3
PA / TA > 43.2
GF
B3
1 w2 (w)
2 w2 (x')
3 w2 (w2)
4 x' (w2)
5 x'
6 s (x')
7 s
1 w1 (w)
2 w1 (x')
3 w1 (w1)
4 x' (w1)
5 x'
6 s (x')
7 s
1 w0 (w)
2 w0 (x')
3 w0 (w0)
4 x' (w0)
5 x'
6 s (x')
7 s
7
TC (2) < 6
9
FIN
6
GF
B3
1 w (w)
2 w
3 w (x')
4 x' (w)
5 x'
6 s (x')
7 s
9
PS (1) > - PA - 1740 / 31
10
5 > PI
(m) (w)
10.2 > PI
m (f)
(m) (f)
5

ANEXO

Las modificaciones realizadas por la geógrafa Enriqueta García de Miranda, al sistema de clasificación de Köppen para adaptarlo a los climas de la República Mexicana, es una muestra de la madurez alcanzada por los científicos mexicanos en esta rama de la ciencia

Aun cuando se trata de un trabajo eminentemente de investigación, tiene la virtud de ser de una gran utilidad para describir los diferentes climas del país, con vistas a su aprovechamiento práctico, especialmente para las actividades primarias, que son las que realiza el hombre del campo y que es quien más necesidad tiene de la tecnología aplicada

Al saber sido publicado por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional de la Secretaría de la Presidencia, el juego de cartas de climas que cubre todo el territorio, el trabajo de la M. en C. Enriqueta García adquiere un sentido de aplicación inmediata, para poder llevar a cabo una mejor planeación de la agricultura, la ganadería y la silvicultura, para aprovechamientos hidráulicos, construcción de obras de ingeniería y muchos otros.

Las gráficas de precipitación y temperatura medias mensuales, que aparecen al reverso de las cartas y que corresponden a cada una de las estaciones que fueron tomadas en cuenta para su elaboración, constituyen una información adicional de un inestimable valor para el usuario.

Como complemento la autora de esta obra ha realizado, también con el apoyo de CETENAL, un estudio sobre la variabilidad de la lluvia con el que es posible determinar el porcentaje de probabilidades que existe de que en un lugar determinado llueva cierta cantidad de agua, en el mes para que se requiera conocer este dato.

La labor de estudio profundo del sistema de clasificación propuesto por Köppen hasta conocer su esencia; el interés por la investigación aplicada que trasforma la ciencia sin alma en herramienta de progreso, han permitido que Enriqueta García alcance un éxito de resonancia internacional en su ya fecunda carrera.

En el trabajo que ahora se presenta al investigador, y a todas aquellas personas interesadas en conocer el clima, encontrarán un estudio no sólo interesante sino de la mayor importancia para una más acelerado desarrollo de nuestro país.

Ing. Juan B. Puig.

INSTITUTO
UNAM
GEOGRAFIA

ISBN 970-32-1010-4