

Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

División de Ingeniería

Departamento de Riego y Drenaje



Caracterización de Zonas Áridas y Semiaridas de México por el
Índice de Adecuación de Humedad Propuesta por Hargreaves

P o r :

María de Jesús Guadalupe Gallo Banda

T e s i s

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo
en la Especialidad de Irrigación

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 1984

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



CARACTERIZACION DE ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS DE MEXICO
POR EL INDICE DE ADECUAQUIDAD DE HUMEDAD PROPUESTA
POR HARGREAVES

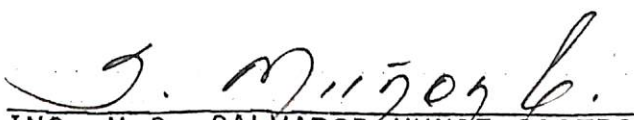
T E S I S

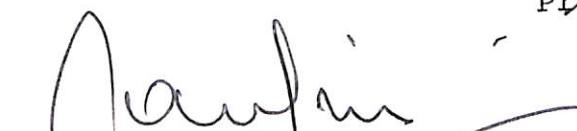
POR

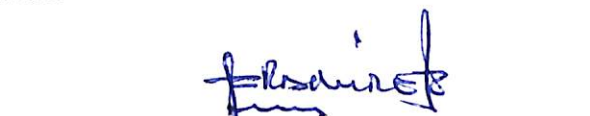
MARIA DE JESUS GUADALUPE GALLO BANDA

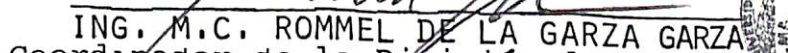
QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO EN LA ESPECIALIDAD DE IRRIGACION

APROBADA:


ING. M.S. SALVADOR MUNOZ CASTRO
Presidente


ING. ROLANDO SANDINO SALAZAR
Vocal


ING. M.C. LUIS E. RAMIREZ RAMOS
Vocal
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"


ING. M.C. ROMMEL DE LA GARZA GARZA
Coordinador de la División de Ingeniería



Puenavista, Saltillo, Coah. Coordinación de
Ingeniería

Noviembre de 1984

DEDICATORIA

A mis padres:

Carlos Gallo Herrera (+)
Aurelia Banda Vda. de Gallo

Quienes a base de apoyo y consejos supieron
encausarme por el camino de la superación,
a ellos con profundo amor y agradecimiento.

A mi esposo e hijos:

Juan Guillermo Martínez Rodríguez

Patricia Guadalupe
Juan Guillermo

Por el amor y comprensión que día
a día me brindan

A mis hermanos, con el cariño de siempre

María del Consuelo
María Minerva
Carlos Javier
Francisco Alejandro

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi mas sincero agradecimiento al Dr. Salvador Muñoz Castro, quien con sus consejos y colaboración desinteresada hizo posible la realización de este trabajo, representando más que un maestro, un amigo.

Al Ing. Rolando Sandino Salazar, por su sugerencias y valiosos consejos en la asesoria del trabajo, así como al Ing. M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos, por sus correcciones y sugerencias, para le mejor presentación de la presente.

A George Hargreaves, por su magnífica colaboración a través de su buena disponibilidad, proporcionando información sobre el trabajo a realizar.

Al personal de la Sección de Cómputo Eléctronico del Depto. de Estadística, por su magnifica colaboración en el procesamiento de datos.

A Lucy, por su labor mecanográfica.

A todas las personas que de una manera u otra hicieron posible la realización de este trabajo.

INDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCION	1
Objetivos de la investigación.....	2
REVISION DE LITERATURA	3
Definición de términos	3
Temperatura y precipitación como elementos climáticos de clasificación.....	5
Clasificaciones climáticas que usan la pre- cipitación y la evapotranspiración como fac- tores taxonómicos.....	16
Clasificaciones climáticas basadas en la du- ración de humedad disponible en el suelo....	21
MATERIALES Y METODOS	33
RESULTADOS Y DISCUSION	37
CONCLUSIONES	39
RESUMEN	40
BIBLIOGRAFIA	42
APENDICE	46

INDICE DE TABLAS

Número		Página
1	Tipos de suelo propuestos por Lang en - función de su factor de precipitación...	7
2	Tipos de vegetación propuestos por De - Martonne	8
3	Clasificación del clima en algunas re - giones de Rusia y Alemania.....	12
4	Clasificación de climas de acuerdo con Gaussen en función de la temperatura <u>me</u> dia mensual	13
5	Clasificación de climas de acuerdo al - sistema de clasificación de Koppen, mo- dificado por García	15
6	Relación entre evapotranspiración media anual y precipitación media anual para diferentes climas, según Transeau.....	16
7	Clasificación de climas propuesta por - Penk (1910).....	18
8	Clasificación de climas propuesta por Lauer (1952).....	20
9	Tipos climáticos propuestos por Thorn- thwaite	22

Número		Página
10	Subclasificación de climas en función de la estación húmeda o seca propuesta por Thornthwaite.....	23
11	Límites climáticos sugeridos por Thorntwaite	24
12	Superficies de las tierras áridas, semi-áridas y extremadamente áridas según Meigs	25
13	Subdivisiones climáticas en función del - índice de humedad revisado por Thornthwaite y Mather	28
14	Tipos de climas propuestos por Troll - (1965)	29
15	Tipos climáticos hídricos sugeridos por Papadakis (1961, 1970, 1975).....	31
16	Adecuacidad de la humedad disponible según el índice de Hargreaves (1977).....	32
17	Clasificación climática e Índice de Adecuacidad de Humedad de acuerdo a los siguientes estaciones.....	37

APENDICE

1	Indices de adecuacidad de humedad para estaciones seleccionadas.....	47
---	--	----

INDICE DE FIGURAS

Número		Página
1	Factor de lluvia de LANG ₂ = $\frac{\text{Precipitación}}{\text{Temperatura}}$ y formación de climasoles.....	6
2	Los pisos térmicos tropicales y los - factores de lluvia	9
3	Evapotranspiración de Transeau = $\frac{\text{Precipitación}}{\text{Evaporación}}$	17
4	Climas húmedos y áridos, según Penck = $\frac{E}{P} \frac{\text{Evaporación}}{\text{Precipitación}}$	18
5	Distribución de grados de aridez, bases con drenaje interior y áreas sin escu- rrimiento superficial.....	25

INTRODUCCION

Algunos métodos han sido utilizados para la clasificación de climas. Se han hecho intentos para obtener una clasificación que permita el establecimiento de límites regionales entre áreas con condiciones climáticas uniformes. Los sistemas de clasificación varían de acuerdo con el propósito para el cual dicha clasificación es hecha. La adaptabilidad de diferentes cultivos en áreas determinadas está en gran medida controlada por el clima y su interacción con el suelo. Así, es importante delinear zonas suelo-climáticas homogéneas no sólo para interpretar patrones de cultivo como existen, si no también para detectar si existen usos inapropiados de la tierra y proyectar nuevos patrones de cultivo.

La mayoría de las clasificaciones conocidas son de naturaleza bioclimática e intentan relacionar la extensión y tipo de vegetación natural en la superficie de la tierra a las condiciones climáticas.

Los agricultores mexicanos tienen en forma intuitiva una clasificación del clima del país que les permite decidir sobre los cultivos más apropiados de cada región. Así, han aprendido a explotar las zonas áridas y semiáridas del norte (Baja California, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas), los valles altos y bajos del centro (Aguascalientes, Guanajuato, Puebla, San Luis Potosí y Zacatecas) y las costas húmedas del Atlántico y Pacífico. Es una clasificación que los agricultores han adoptado fácilmente y en forma natural.

Objetivos de la investigación

Por todo lo anterior, es propósito de este estudio - el clasificar las zonas áridas y semiáridas del país de acuerdo a la adecuación de la disponibilidad de humedad. Para ello de acuerdo con el índice de disponibilidad de humedad propuesto por Hargreaves, se determina si la precipitación - satisface los requerimientos mensuales de una demanda evaporativa potencial calculada mediante ecuaciones, eliminando así el uso de tablas y mapas de radiación solar mensual, hasta ahora usados.

Otro propósito de este trabajo es hacer disponible - esta información para ser usada por Ingenieros Agrónomos, Fito-mejoradores, Especialistas en Irrigación y otros Profesionistas, para interpretar patrones de cultivos.

REVISION DE LITERATURA

Con el propósito de hacer más organizado y práctico este capítulo, se ha hecho una división del mismo en cuatro partes, en las cuales se presenta primero una definición de los términos usados en nuestro estudio, luego se presenta la información publicada con respecto a la utilización de temperatura y precipitación como elementos climáticos de clasificación, información sobre la utilización de precipitación y evapotranspiración como factores de clasificación, y finalmente sobre la clasificación climática basada en la duración de la humedad disponible en el suelo.

Definición de términos

Evapotranspiración

Definida como la combinación de la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración por las plantas. Excepto por una diferencia mínima de agua usada en las actividades metabólicas, la evapotranspiración es lo mismo que el "uso consuntivo" de las plantas".

Evapotranspiración potencial

Penman, citado por Chang (1968) define evapotranspiración como la cantidad de agua transpirada por unidad de tiempo por un cultivo de baja talla, que cubra completamente el suelo, de altura uniforme y que nunca sufre deficiencia hídrica. Es considerado dependiente del clima y puede ser estimado de parámetros climáticos. Los más importantes de estos parámetros climáticos y mayormente disponibles son la

radiación, temperatura y humedad relativa. La radiación solar incidente está relacionada a la radiación extraterrestre que llega de la atmósfera exterior y los factores que influyen esta transmisión a través de la atmósfera, tal como el porcentaje de posible luz u oscuridad. Estos parámetros climáticos no son independientes de otros y están interrelacionados en una manera compleja. La evapotranspiración de los pastos es usada como el estandar para la evapotranspiración potencial.

Evapotranspiración real

Es el agua usada por los cultivos agrícolas incluyendo la evaporación directa del suelo y la vegetación. Depende del clima, el cultivo, y la disponibilidad de humedad del suelo. Los factores climáticos están considerados en la estimación de la evapotranspiración potencial. Los factores del cultivo usados para calcular ETR de ETP incluyen el estado de crecimiento, el porcentaje de cobertura, la altura y el área foliar total. La evapotranspiración está limitada por la disponibilidad de agua en el suelo en la zona radicular y algunas características del cultivo.

Precipitación confiable

Es la precipitación pluvial en una probabilidad específica de ocurrencia basada en el análisis de registros de precipitación. Para el desarrollo de la irrigación, un porcentaje de probabilidad de 75, o la lluvia que puede ser esperada que ocurra 3 de 4 años, ha sido seleccionada como un valor razonable para el mejor número de condiciones. Para períodos de sequía sensibles, altos costos de cultivo o condiciones especiales, una probabilidad más apropiada debe ser usada.

Indice de humedad disponible

Es la medida adecuada de precipitación pluvial necesaria para suplir los requerimientos de humedad en el suelo. Se calcula dividiendo la precipitación confiable entre la evapotranspiración potencial.

Porcentaje de adecuacidad de la precipitación

Es el porcentaje de años en los registros de precipitación durante los cuales la precipitación para cualquier mes dado, iguala o excede la evapotranspiración potencial para el mismo mes.

Déficit de humedad

Es la diferencia entre la evapotranspiración potencial y la precipitación confiable. Un exceso de humedad está indicado por un déficit negativo.

Déficit de precipitación

Es la diferencia entre la evapotranspiración potencial y la precipitación media mensual. Un exceso de humedad está indicado por un déficit negativo.

Temperatura y precipitación como elementos climáticos de clasificación

Humboldt, Bonpland y Caldas en 1802, citados por Shau felberger (1962), disponían de una copiosa información relativa a las alturas sobre el nivel del mar y las temperaturas de las regiones y así pudieron fijar los pisos térmicos de los Andes Tropicales con las temperaturas anuales promedio de 24, 18, 12 y 6 °C. La comprobación en Colombia de las ideas de Caldas fue realizada por Hettner entre 1882 y 1884 -

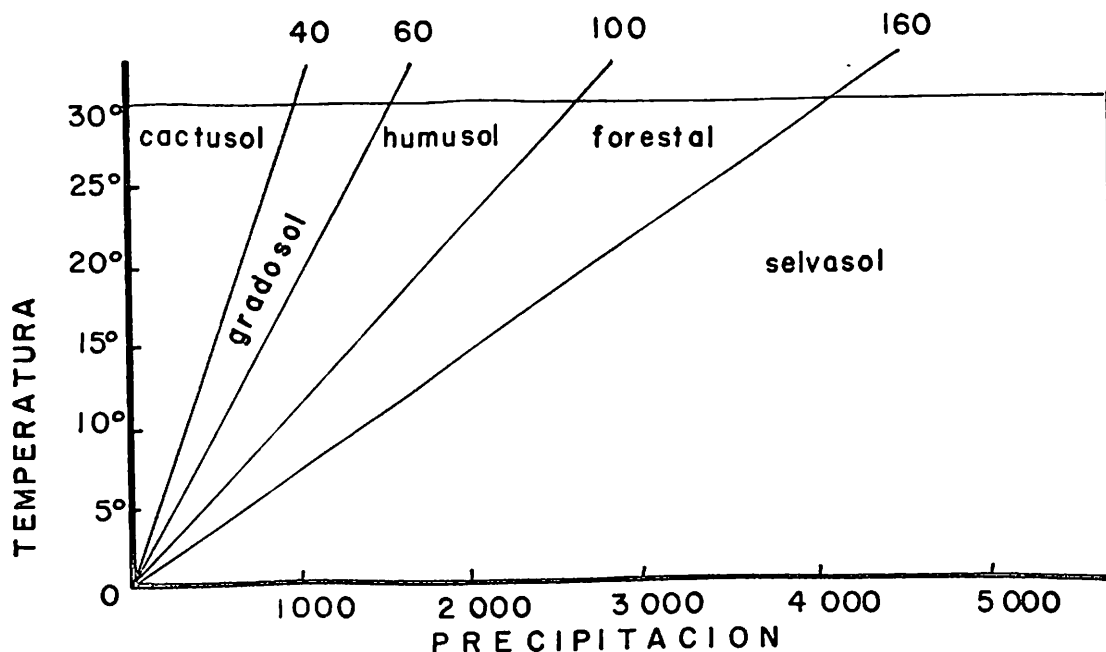


Fig. 1. Factor de lluvia de $LANG_2 = \frac{\text{Precipitación}}{\text{Temperatura}}$ y formación de climasoles.

Caldas, Humboldt, Bonplant y Hettner utilizan el factor de precipitación de Lang y definen 25 tipos climáticos para el trópico, tal como se muestra en la figura 2. Las variables independientes que se han tomado para hacer esta segregación son: a) las zonas, b) la temperatura media anual y c) el factor de precipitación de Lang.

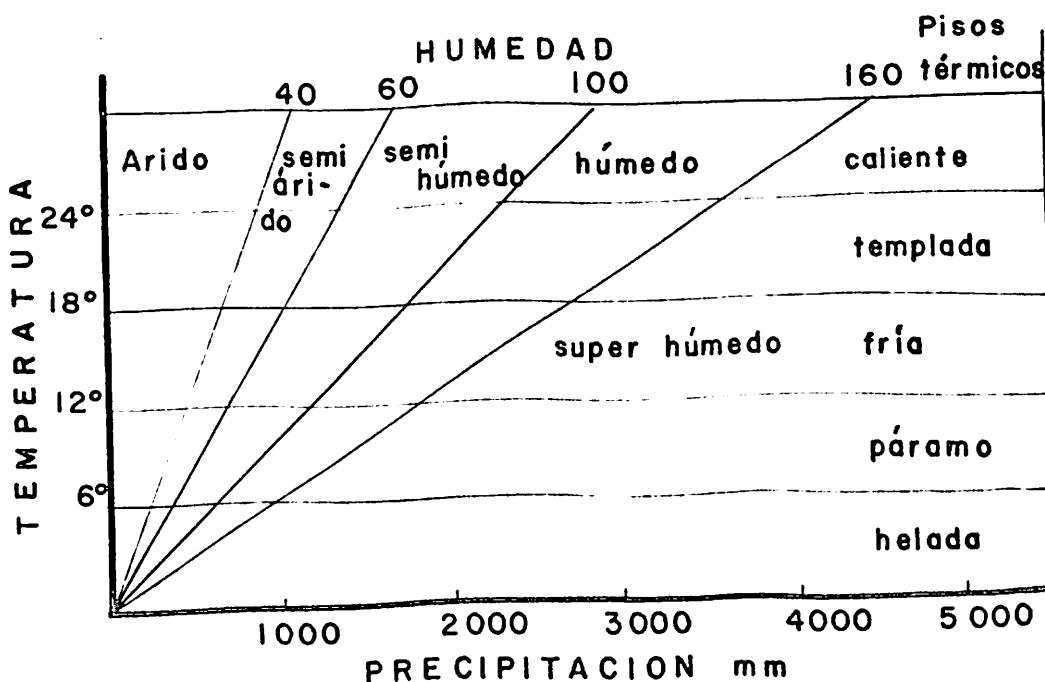


Fig. 2. Los pisos térmicos tropicales y los factores de lluvia.

(citado por este mismo autor) quien estudió los climas de altura en la cordillera Oriental. Este científico confirmó la disminución de la temperatura con el aumento de la altitud, habiendo podido establecer que a una altura de 1000 metros sobre el nivel del mar correspondía una temperatura media de 23.8 °C, a 2000 metros 18 °C, a 3000 metros 12.7 °C y a 4,000 metros solamente 7.0 °C.

Lang (1915), propone el factor de precipitación para medir la humedad. Este factor es definido como el cociente de la precipitación anual en milímetros entre la temperatura media anual en °C. Lang sugiere que se formen los siguientes climasoles o tipos de suelo climáticos, según los "factores de precipitación" que se indican en la tabla 1.

TABLA 1. Tipos de suelo propuestos por Lang en función de su factor de precipitación.

Tipos de suelos	Factor de precipitación
Cactusol	< 40
Gradosol	40 - 60
Homosol	60 - 100
Forestsol	100 - 100
Selvasol	> 100

La figura 1 presenta la división del plano en dichos suelos. Estos climasoles se han localizado en el territorio de Colombia y en otras zonas del mundo. Se pueden caracterizar en forma muy general diciendo que son suelos bien drenados y cubiertos de bosques, son pobres su complejo de intercambio básico, debido a la lixiviación y el factor de precipitación determina su porcentaje de humus y su índice de deslave.

De Martonne (1926), hace una ligera modificación del factor de precipitación de Lang. El índice propuesto por De Martonne se define:

$$IM = \frac{PMA}{TMA + 10}$$

Donde:

IM = Índice de De Martonne
PMA = Precipitación media anual, mm
TMA = Temperatura media anual, °C

La clasificación de tipos de vegetación propuesta de acuerdo a esta clasificación, se presenta en la tabla 2.

TABLA 2. Tipos de vegetación propuestos por De Martonne.

Indice (1)	Tipos de vegetación
< 5	Desierto
10 - 20	Estepa
20 - 30	Praderas
> 30	Bosque

En 1942, De Martonne corrigió la fórmula al incluir la precipitación y temperatura media del mes más seco. El índice de De Martonne corregido, se define como:

$$IMm = \frac{\frac{PMA}{2} + \frac{12 \text{ ppm}}{2}}{\frac{TMA + 10}{2} + \frac{tmm + 10}{2}}$$

Donde: Imm = Índice de De Martonne modificado
 PMA = Precipitación Media anual, mm
 TMA = Temperatura Media mensual, °C
 pmm = Precipitación media en el mes más seco, mm
 tmm = Temperatura media en el mes más seco, °C.

El índice de De Martonne modificado toma valores de menos de cinco para el Sáhara y el Valle de la Muerte en California. Denver, Colorado, por otro lado, tiene un índice de 18 y no podría ser considerado como perteneciente a la zona árida.

Los índices propuestos por Lang y De Martonne son - abiertamente criticados por hacer aparecer a la evaporación como una función de la temperatura únicamente, cuando que aquella está relacionada a muchos factores, incluyendo la cantidad de humedad en el suelo, el tipo de textura del suelo, velocidad del viento, presión atmosférica, humedad relativa, cubierta vegetal y uso de la tierra.

Meyer (1928), consideró la evaporación como una función del déficit de saturación, que puede ser determinado si los datos de temperatura, lluvia y humedad relativa, están disponibles, es decir, usando las características de humedad de la atmósfera en la estación de registro. Utilizando el déficit de saturación absoluto del aire obtenido de la diferencia entre la presión de vapor a saturación y la presión real de vapor de agua a la temperatura prevaleciente. La frontera de las tierras semiáridas según el índice de precipitación saturación tendría un valor próximo de 899, y aquellas de las zonas áridas menor de 44. Aún cuando este índice no toma en cuenta todos los factores que controlan la evaporación es más confiable que aquellos que usan únicamente temperatura y precipitación. Desafortunadamente, aún cuando los valores de humedad relativa son más frecuentes que de

evaporación, aún no están lo suficientemente disponibles para proporcionar una solución práctica al problema. El índice de precipitación saturación se define a continuación:

$$\text{IPS} = \frac{P}{DS}$$

Donde:

IPS = Índice de precipitación saturación

P = Precipitación, mm

DS = Déficit de saturación, mm de mercurio

Koppen (1918), reconociendo las limitaciones de las estadísticas de precipitación, combinó la temperatura con la lluvia para definir los límites del desierto y tierras de estepa. En su esquema de clasificación de climas, el límite humedo de los desiertos en áreas con lluvia bien distribuída a través del año está relacionada con la isoyeta de 200 mm cuando la temperatura media anual de 25 °C. Los valores correspondientes para la margen húmeda de la estepa son 400 mm de 5 a 10 °C y 640 mm a 25 °C.

En la elaboración de su esquema, Koppen reconoció - que la eficiencia de la lluvia varía de acuerdo a la estación de ocurrencia. La lluvia de estación fría es más efectiva en áreas con temperatura lo suficientemente alta para el desarrollo de las plantas, debido a que las pérdidas por evaporación directa son menores que los regímenes de lluvia en estación cálida.

Koppen (1936) dividió el clima del mundo en los siguientes cinco grupos principales:

1. Clima tropical lluvioso con subdivisiones relacionada a la ausencia de una estación seca o su ocurrencia en el verano ó en el invierno.

2. Clima seco con subdivisiones para semiárido ó estepa y árido o climas de desierto.
3. Clima cálido templado y lluvioso con subdivisiones en base a la ocurrencia de estación seca.
4. Clima frío y de nieve
5. Clima polar.

Los límites entre desierto, estepa y climas fueron marcados por Koppen en base a la temperatura y precipitación medias anuales. Asimismo, usando el método de Koppen, Eharucha y Shanbhag en 1957, citados por G. Rosenberg y V. Kumble (1980), determinaron los tipos climáticos para 104 estaciones de la India y Burna. La clasificación de Koppen fue también aplicada a la India por Subrahmanyam (1965).

Gracanin (1950), recomienda como factores climáticos la temperatura media y el factor de precipitación mensual. En ciertos aspectos, esta clasificación es dinámica, ya que considera la oscilación de la temperatura y la distribución de la lluvia. Por medio de Δt , que es la diferencia entre el mes más caliente y el más frío, se conoce si un clima es oceánico o continental.

En este sistema el clima se designa por tipos y alianzas. El tipo depende de la zona, la temperatura promedio anual y la precipitación. Para la alianza se incluye el valor Δt .

La tabla 3 presenta la clasificación del clima de algunas localidades en Rusia y Alemania, correspondientes a la región del Chernozem o tierra negra.

TABLA 3. Clasificación del clima en algunas regiones de Rusia y Alemania.

Localidad	Precipitación - (mm)	Temperatura (°C)	Factor de lluvia	Δt	Humedad y clasificación de la alianza.
Simbirsk	409	2.8	149	34	Húmedo, continental
Samara	361	4.2	86	35	Semi-húmedo continental
Pena	465	4.2	111	32	Húmedo, continental
Wolsk	506	4.9	103	35	Húmedo, continental
Tambow	506	4.8	105	32	Húmedo, continental
Orel	541	4.9	110	30	Húmedo, continental
Saratow	371	5.6	66	33	Semi-húmedo, continental
Woronesch	532	5.3	100	31	Semi-húmedo, continental
Charkow	450	6.7	67	29	Semi-húmedo, continental
Poltawa	501	7.1	70	29	Semi-húmedo, continental
Luganj	389	7.7	51	31	Semi-árido, continental
Colonia	696	10.2	68	18.1	Semi-húmedo, oceánico
Breslau	592	11.0	54	19.9	Semi-árido, oceánico
Magdeburgo	508	9.1	56	18.3	Semi-árido, oceánico
Hannover	644	9.0	73	16.7	Semi-árido, oceánico

Los valores Δt indican que Rusia tiene un clima continental, en cambio el de Alemania es oceánico. Los factores de precipitación o de Lang en Alemania varían entre 54 y 73 en Rusia entre 51 y 149. El chernozem de Alemania tiene un 3 % de humus, aproximadamente y el de Rusia está entre 3 y 16 %. El factor de precipitación anual explica fácilmente esta diferencia. Es interesante anotar además, que las estaciones climáticas en Rusia tienen una precipitación inferior a las de Alemania, pero los factores de precipitación son superiores

porque las temperaturas promedio del año son más bajas.

Gausсен (1955), define un mes seco como aquel en el cual la precipitación total expresada en milímetros es igual ó menos que el doble de la temperatura media del mes expresado en grados Celsius.

Un diagrama ombrotérmico superpuesto en estos parámetros indica la duración y severidad de los meses secos. Esta clasificación está basada en el índice xerotérmico, el cual toma en cuenta factores de temperatura, precipitación, número de días de lluvia, humedad atmosférica, niebla y rocío.

El clima se clasifica como caliente, caliente templado ó templado cuando la temperatura media es mayor que cero y frío templado sí ocurren temperaturas medias negativas en ciertos períodos del año. El de las regiones con temperaturas medias negativas para todos los meses del año es clasificado como glacial.

Cuando el índice xerotérmico está arriba de 300 la región es considerada como desierto y cuando está entre 200 y 300 se le clasifica como subdesierto. El clima mediterráneo está caracterizado por valores del índice xerotérmico en el rango de 0 a 200 con un número de subdivisiones que dependen del rango de los valores del índice. Climas axéricos tienen un índice xerotérmico de 0. Como la lluvia es adecuada para la vegetación en este caso, el factor para la delimitación de los bioclimas es la temperatura media (t), como se indica en la tabla 4.

TABLA 4. Clasificación de climas de acuerdo con Gausсен en función de la temperatura media mensual.

	$t \geq 20^{\circ}\text{C}$	Ecuatorial
15 °	$< t \leq 20^{\circ}\text{C}$	Subecuatorial
10 °	$< t \leq 15^{\circ}\text{C}$	Caliente templado
0 °	$< t \leq 10^{\circ}\text{C}$	Templado

Gausson propone asimismo una subclasificación similar de climas fríos y fríos templados hecha sobre la base de la duración combinada de heladas y estaciones secas en el caso de desierto, subdesierto y climas subaxéricos, y la longitud de la estación de heladas con respecto a climas fríos axéricos.

Emberger (1955) sugirió la delimitación de varios bioclimas por medio de un coeficiente pluviotérmico definido como sigue:

$$Q = \frac{100 \text{ PMA}}{(T_{M\max} - T_M)(T_{M\max} + T_M)}$$

Donde:

- Q = Coeficiente pluviométrico de Emberger
- T_{Mmax} = Temperatura media máxima mes más caliente, °C
- T_M = Temperatura media mínima mes más frío, °C.
- PMA = Precipitación media anual, mm.

A diferencia de otro sistema de clasificación, el coeficiente de Emberger no puede ser usado por sí mismo para elaborar un mapa climático válido. Después de mapear las zonas de vegetación, Emberger (1955) determinó los cocientes de humedad asociados y otros valores climáticos correspondientes a estas zonas.

De esta manera, el límite norte de la zona árida en el Norte de la zona árida en el Noroeste de Africa varía de un valor para Q entre 16 y 40. Al caracterizar los diferentes climas Emberger utilizó los valores de Q así como la temperatura media mínima diaria, del mes más frío.

García (1964), ha realizado un interesante trabajo, modificando y adaptando el sistema de Koppen a la República

Mexicana. Las modificaciones y adaptaciones se hacen necesarias porque el sistema de Koppen fue concebido en forma general para definir las diversas zonas climáticas del mundo en función de la latitud, por lo que sus valores en muchos casos no corresponden a las condiciones de un país como México, que tiene variedad notable de climas no sólo por latitud, sino también por altitud.

Las modificaciones correspondientes a este sistema de clasificación de climas en la forma propuesta por García se presentan en la tabla 5.

TABLA 5. Clasificación de climas de acuerdo al sistema de clasificación de Koppen modificado por García.

<u>Climas húmedos</u>	
A = Cálido	Sobre 22 °C
AC = Semicálido	Entre 18 y 22 °C
Ca = Templado (verano cálido).....	Entre 12 y 18 °C
Cb = Templado (verano fresco).....	Entre 12 y 18 °C
Cb' = Semifrío (verano fresco largo).....	Entre 5 y 12 °C
Cc = Semifrío (verano fresco corto).....	Entre 5 y 12 °C
ET = Frío	Entre -2 y 5 °C
ETC = Frío	Entre -2 °C y 5 °C mes más caliente de 0° a 6.5 °C.
EF = Muy frío	Abajo de -2 °C
<u>Climas secos</u>	
Bh' = Cálido	Sobre 22 °C
Bh = Semicálido	Entre 18 y 22 °C
BK = Templado (verano cálido)	Entre 12 y 18 °C
Bk = Templado (verano fresco).....	Entre 12 y 18 °C
Bk" = semifrío.....	Entre 5 y 12 °C

En nuestro país, el 52 por ciento del territorio es climáticamente considerado como árido y semiárido. Existen algunos métodos de clasificación adoptados por los climatólogos en años recientes, como en el Índice de Aridez de Martonne que sirve para determinar la capacidad forrajera ó sea coeficiente de agostadero en cualquier terreno. También - Stretta y Mosiño (1963), usaron el Índice de Aridez, modificado por Emberger para delimitar las zonas áridas del País. Existe en México un mapa de distribución de aridez que presenta cerca del 38 por ciento de desierto. Soto Mora y Jau-reguí O. (1965) publicaron las temperaturas máximas y mínimas promedio mensuales de 578 estaciones climáticas en México y han usado estos datos para construir mapas de aridez y basadas en el Índice de Emberger.

Clasificaciones climáticas que usan la precipitación y la evapotranspiración como factores taxonómicos

Transeau (1905), sugirió el uso de información sobre precipitación y evaporación en un intento por combinar en una sola figura las influencias de temperatura y humedad en la distribución de árboles forestales en el Este de los Estados Unidos. Transeau definió la humedad por la evapotranspiración o sea, la relación entre la evaporación anual dividida por la precipitación anual, diferenciando los niveles de humedad presentados en la tabla 6.

TABLA 6. Relación entre evapotranspiración media anual y precipitación media anual para diferentes climas, según Transeau.

Clima	Relación $E = P$
Desértico	> 32
Superárido	16-32
Perárido	8-16
Arido	4-8
Semiárido	2-4
Subhúmedo	1-2
Húmedo	0.5-1
Perhúmedo	0.25-0.5
Superhúmedo	< 0.25

La figura 3 muestra la clasificación de climas en función de la relación propuesta por Transeau.

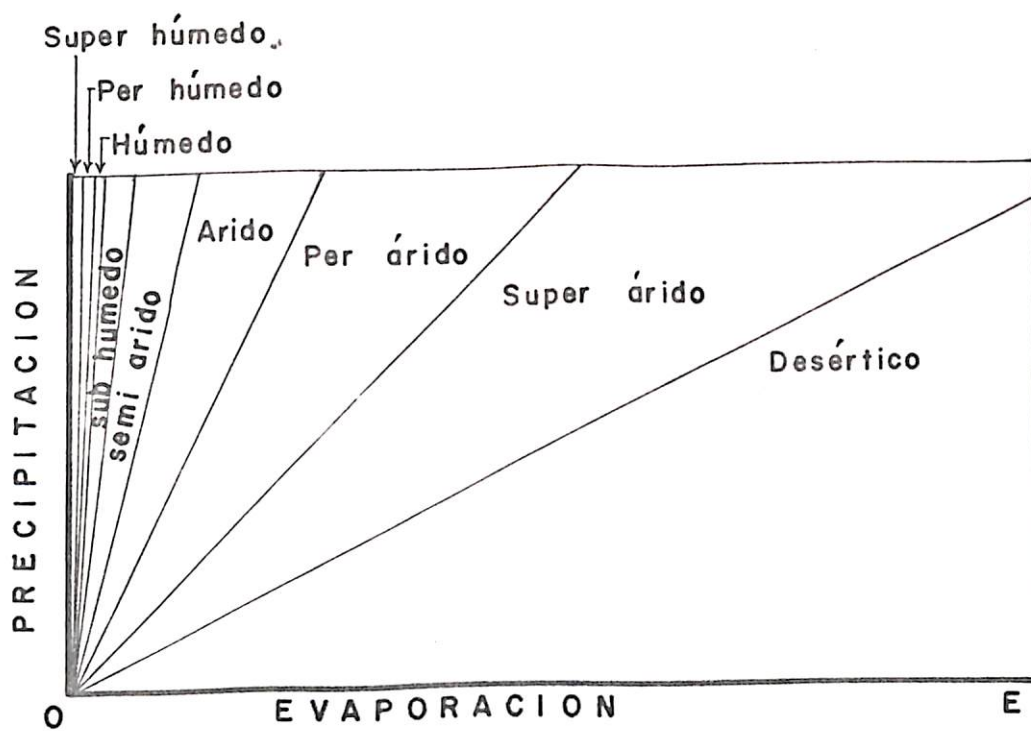


Fig. 3. Evapotranspiración de Transeau = $\frac{\text{Precipitación}}{\text{Evaporación}}$

Penck (1910), señala que la evaporación excede a la precipitación en la zona árida, estableciendo la frontera de las zonas áridas en los lugares donde la evaporación y la precipitación son iguales en cantidad. Existe claramente un importante enlace entre temperatura, precipitación y evaporación, pero desafortunadamente mientras que la temperatura y la precipitación son fáciles de medir y han sido registrados en las estaciones de las tierras áridas por muchos años, la medición de la evaporación es más difícil y los registros son más cortos en duración y mucho menos abundantes. Esta falta de datos sobre la evaporación evitó que el concepto de Penck fuera desarrollado en una escala grande, y muchos índices de aridez y clasificación de climas han intentado usar el criterio de lluvia y temperatura únicamente.

Los dos climas propuestos por Penck se indica, en la figura 4 y en la tabla 7.

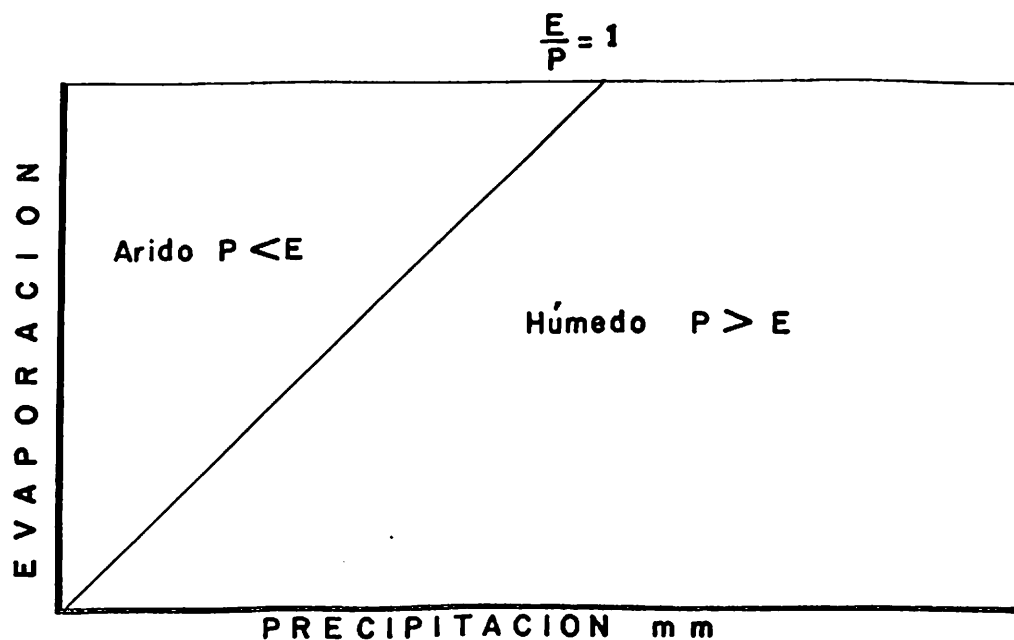


Fig. 4. Climas húmedos y áridos, según $PENCK = \frac{E}{P}$
Evaporación
Precipitación

TABLA 7. Clasificación de climas propuesta por Penck (1910)

Clima	Factor de Penck
Arido	$E \quad P >$
Húmedo	$E \quad P <$

Raman y Satakopan (1934), usaron la siguiente fórmula para computar la evaporación en diferentes estacionales de la India:

$$E = (1.465 - 0.0186B) (0.44 + 0.118W) \left(\frac{100}{h} - 1\right) e$$

Donde:

E = Evaporación media diaria, en pulgadas

B = Lectura media del barómetro, en pulgadas de mercurio

W = Velocidad media del viento, en millas por hora

h = Humedad relativa media, en por ciento

e = Presión de vapor media, en pulgadas de mercurio

Popov (1948), definió el índice de aridez que lleva su nombre, y el cual está dado por la siguiente ecuación:

$$P = \frac{g}{2.4 (t-t') r}$$

Donde:

P = Índice de aridez de Popov

g = Precipitación efectiva anual, mm

(t-t') = Depresión media anual de bulbo húmedo, en °C

r = Factor que depende de la longitud del día

Lauer (1952), propuso una clasificación botánica del clima para el trópico. Se denominan climas secos o de estepa cuando los 12 meses del año son áridos, húmedos o de sabana cuando 6 meses son secos y 6 húmedos, y de bosques húmedos cuando los 12 meses del año son húmedos. Esta hipótesis se puede demostrar fácilmente, ya que en la zona tropical es factible localizar regiones con la distribución de la lluvia que antes se indica. En áreas de gran tamaño se presentan complicaciones para su aplicación.

Lauer clasificó según su método los climas de Bogotá, Medellín y Buenaventura, obtuvo los resultados presentados - en la tabla 8, en el que se observa que las tres localidades anotadas presentan el mismo clima según este método de clasificación.

TABLA 8. Clasificación de climas propuesta por Lauer (1952)

Localización	Altura (m)	Precipitación (mm)	Meses		Tipo de climas (código de Lauer)
			Aridos	Humedos	
Bogotá	2651	938	0	12	Taefd
Medellín	1538	1550	0	12	Taefd
Buenaventura	12	7128	0	12	Taefd

Budyko (1956), sugirió la utilización de un Coeficiente Hidrotérmico para propósitos de clasificación. Dicho coeficiente se define:

$$K = \frac{P}{0.18} \leq \theta$$

Donde:

K = Coeficiente hidrotérmico de Budyko

= Suma anual de temperaturas medias diarias, °C

P = Precipitación anual, en mm.

Sly (1970), sugirió el siguiente índice climático para propósitos de clasificación climática de suelos.

$$I = \left(\frac{P}{P+SM+IR} \right) 100$$

Donde:

- I = Índice climático de Sly
- P = Precipitación en la estación de crecimiento
- SM = Humedad inicial disponible para los cultivos
- IR = Requerimientos de riego (calculados) en la estación de crecimiento.

Así, el índice climático de Sly es la relación del porcentaje aportado por la lluvia en la estación de crecimiento a la cantidad total de requerimientos de agua por el cultivo. Existe buena relación entre valores de los índices y las zonas climáticas de suelo Canadiense, según Sly.

Clasificaciones climáticas basadas en la duración de humedad disponible en el suelo

La principal limitante de la ampliamente usada clasificación climática de Koppen es la falta de una base racional para seleccionar los valores de temperatura y precipitación para diferentes zonas climáticas. Thornthwaite (1948) introdujo el concepto de balance hídrico en su clasificación, definió el concepto de evapotranspiración y diseñó un método elaborado para su computación, comparando la evapotranspiración con la precipitación para poder obtener un índice de humedad. Debido a que el exceso de agua (S) y el déficit de humedad (d) ocurren en diferentes estaciones para diferentes localidades, ambos pueden entrar en un índice de humedad, uno afectándolo positivamente, y el otro negativamente. Aunque un exceso de agua en una estación no puede prevenir una deficiencia en otra, el primero puede compensar al segundo hasta cierto punto, porque exceso de agua significa adición estacional a la humedad del subsuelo y nivel freático. Así, especies perennes y árboles de raíz profunda hacen uso parcial de este exceso de agua y minimizan el efecto de períodos secos.

Para propósitos de clasificación Thornthwaite definió un índice de humedad (Im), mediante la siguiente relación:

$$I_m = I_h - (0.6) (I_a)$$

$$I_m = \frac{100S - 60 d}{n}$$

Donde:

I_m = Índice de humedad
 I_h = Índice húmedo
 I_a = Índice de aridez
 S = Exceso de agua, mm
 d = Déficit de agua, mm
 n = Agua requerida, mm.

Thornthwaite delimitó los tipos climáticos, presentados en la tabla 9, de acuerdo a los valores tomados por el índice de humedad por él propuesto.

TABLA 9 . Tipos climáticos propuestos por Thornthwaite

Tipo de clima		Indice de humedad
A	Muy húmedo	> 100
B ₄	Húmedo	80 - 100
B ₃	Húmedo	60 - 80
B ₂	Húmedo	40 - 60
B ₁	Húmedo	20 - 40
C ₂	Sub-húmedo	0 - 20
C ₁	Subhúmedo - seco	-20 - 0
D	Semi-árido	-40 - -20
E	Arido	-60 - -40

Es importante saber si un lugar es continuamente seco ó bien es húmedo en una estación y seco en otra. Para hacer esto, Thornthwaite subdividió los climas definidos en el Cuadro 10, de acuerdo a los valores tomados por el índice de

aridez para los climas húmedos, y por el índice de humedad para los climas secos. Esta subdivisión se presenta en la tabla 10.

TABLA 10. Subclasificación de climas en función de la estación húmeda o seca propuesta por Thornthwaite.

Subíndice	Climas húmedos (A, B, C,) Descripción	Índice de aridez
r	Poca o sin deficiencia de agua	0 - 10
S ₁	Deficiencia de agua moderada en verano	10 - 20
W ₁	Deficiencia de agua moderada en invierno	10 - 20
S ₂	Deficiencia alta de agua en verano	≥ 20
W ₂	Deficiencia alta de agua en invierno	≥ 20
	Climas secos (C ₁ , D, E) Descripción	Índice de humedad
d	Poca o sin exceso de humedad	0 - 16.7
S ₁	Exceso moderado de humedad en verano	16.7 - 33.3
W ₁	Exceso moderado de humedad en invierno	16.7 - 33.3
S ₂	Exceso alto de humedad en verano	≥ 33.3
W ₂	Exceso alto de humedad en invierno	≥ 33.3

El método de Thornthwaite para la determinación de la evapotranspiración, define a ésta como una expresión de la longitud del día y la temperatura. De aquí que la evapotranspiración se puede usar como un índice de eficiencia termal, que expresa el crecimiento de términos del agua que se necesita para crecer.

En regiones ecuatoriales donde hay muy pequeñas variaciones estacionales en temperaturas, una temperatura media anual de 23 °C se toma como la línea divisoria entre climas megatérmicos y mesotérmicos. En áreas sub-tropicales donde existen variaciones mayores, una temperatura media anual de 21.5 °C se toma como la línea divisoria porque el crecimiento reducido y la baja necesidad de agua en invierno son más compensadas por un crecimiento acelerado y una necesidad incrementada de agua en verano. Para una estación en el ecuador con temperatura media de 23 °C durante cada mes la evapotranspiración es de 114 cm. Esto fue tomado por Thornthwaite como un índice para separar climas megatérmicos y mesotérmicos, y otros límites para líneas divisorias se tomaron en una progresión aritmética común de 14 cm, según se presenta en la tabla 11.

TABLA 11. Límites climáticos sugeridos por Thornthwaite.

T-E _{cm}	Indice	Tipos de clima
14.2		C' helada/D' Tundra
28.5		microtérmino
		C' ₁
42.7		C' ₂
		'
57.0		B' ₁
71.2		B' ₂ mesotérmino
85.5		B' ₃
99.7		B' ₄
114.0		A' megatérmino

Meigs (1952), usando la técnica de Thornthwaite, - construyó para la UNESCO un mapa de las tierras áridas del mundo divididas en categorías semi-áridas, áridas y extremadamente áridas (la extremadamente árida, se define como aquella que puede tener al menos 12 meses consecutivos sin lluvia registrada y donde la precipitación carece de un ritmo estacionario). La tabla 12 presenta el área de las tierras áridas que caen en las tres categorías consideradas, y el mapa construido por Meigs se presenta en la figura 5.

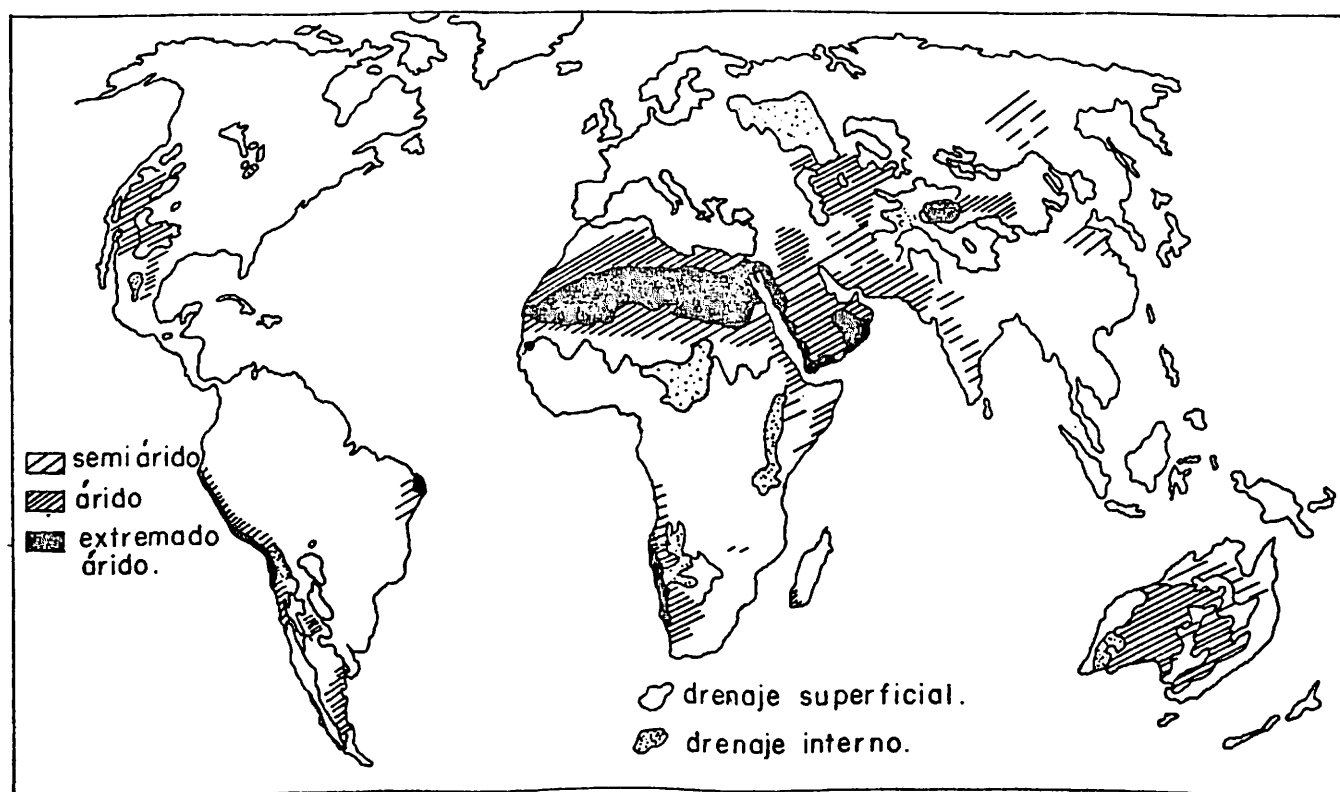


Fig. 5. Distribución de grados de aridez, bases con drenaje interior y áreas sin escurrimiento superficial.

TABLA 12. Superficies de las tierras áridas, semiáridas y - extremadamente áridas según Meigs.

Clasificación	Millas cuadradas
Semiárida	8'202,000
Arida	8'418,000
Extremadamente árida	2'244,000
Total	18'864,000

Subrahmanyam (1956) y Carter (1954), basados en el método de Thornthwaite, clasificaron la región de India en seis regiones y cinco tipos de eficiencia térmica. Subrahmanyam subdividió los principales tipos climáticos en subtipos en base a la deficiencia de humedad o rezagos en las estaciones de verano ó invierno.

La clasificación del método del balance de agua calculado por el sistema de Thornthwaite 1948, fue mejorado en 1955 por Thornthwaite y Mather. En la clasificación original se asumió que el suelo tiene una capacidad para almacenar 10 cm de agua destinados a la evapotranspiración siempre que la precipitación (P) sea menor que la necesaria, es decir el potencial de evapotranspiración (PE), la escasez puede suplirse de la humedad almacenada en el suelo, tanto como esté disponible. Cuando (P) es superior a (PE), el agua irá a recargar el suelo hasta su capacidad de campo, y el exceso quedará disponible para escurrimiento. Para convertir estos excesos en escurrimiento, un factor de $1/2$ se usa en calculos de balance de agua mensuales. Thornthwaite y Mather introducen en la clasificación anterior asunción de que la capacidad de almacenamiento de humedad del suelo también como la cantidad de utilización de humedad en el suelo para la evapotranspiración cuando (P) es menor que (PE), la capacidad de almacenamiento de humedad en un suelo depende de su profundidad, tipo y estructura. La profundidad para variar de unos cuantos mm en suelos arenosos hasta 300 mm en suelos migajón limoso profundos. Pero en suelos arenosos, las plantas quizá estén más profundamente enraizadas que en suelos arcillosos o limosos, aunque puede haber alguna compensación. Sin embargo, existe en la naturaleza variantes considerables de capacidad de humedad. Cuando el suelo se seca, se reduce la disponibilidad del agua almacenada en la zona radicular. Thornthwaite y Mather incrementaron la capacidad de almacenamiento de humedad del suelo de 100 a 300 mm y además añadieron un factor de exponencial de deflección de humedad en el suelo durante

períodos secos, asumiendo la siguiente relación:

$$S = F e^{A/F}$$

Donde:

S = Factor de abatimiento de la humedad disponible

A = Pérdidas de agua acumulada, mm

F = Capacidad de campo

Este modelo es luego linearizado y establece que el cambio en humedad de suelo almacenada que estará disponible para solventar la deficiencia para un período determinado es igual a (almacenaje/capacidad de humedad disponible) (deficiencia).

Otro cambio hecho en 1955 en la clasificación de Thornthwaite es la eliminación del factor 0.6 para el índice de aridez en la fórmula índice de humedad. El índice de humedad I_m es ahora definido como $I_H - I_A$, donde I_H es el índice de humedad definido como $100 S/n$, y I_A es el índice de aridez definido como $100 d/n$ donde S es el excedente de agua y d es la deficiencia de agua. Usando datos promedio anuales obtenemos:

$$S = P - AE$$

$$d = PE - AE$$

Donde:

S = Excedente de humedad, mm

d = Deficiencia de humedad, mm,

P = Precipitación pluvial, mm

I_H = Índice de humedad

I_A = Índice de aridez

AE = Evapotranspiración real, mm

PE = Evapotranspiración potencial media anual, mm

Así el índice de humedad revisada del modelo de -
 Thornthwaite y Mather puede ser expresado como:

$$Im = 100 \left(\frac{P - AE - PE + AE}{PE} \right)$$

$$Im = 100 \left(\frac{P - PE}{PE} \right)$$

6

$$Im = 100 \left(\frac{P}{PE} - 1 \right)$$

Donde:

Im = Índice de humedad

P = Precipitación media anual, mm

AE = Evapotranspiración real, mm

PE = Evapotranspiración potencial media anual, mm

Las subdivisiones climáticas en términos del índice de humedad revisado se presentan en la tabla 13.

TABLA 13. Subdivisiones climáticas en función del índice de humedad revisado por Thornthwaite y Mather.

Tipo de clima		Índice de humedad
A	Muy húmedo	100 >
B ₄	Húmedo	80 - 100
B ₃	Húmedo	60 - 80
B ₂	Húmedo	40 - 60
B ₁	Húmedo	20 - 40
C ₂	Subhúmedo	0 - 20
C ₁	Subhúmedo - seco	-33.3 - 0
D	Semiárido	-66.7 - -33.3
E	Arido	-100 - -66.7

Troll (1965), definió como meses húmedos aquellos en los cuales la lluvia media excede al potencial de evapotranspiración media, dividiendo los climas tropicales en las clases presentadas en la tabla 14, de acuerdo con el número de meses húmedos en el año.

TABLA 14. Tipos de climas propuestos por Troll (1965).

Climas	Meses húmedos
Clima tropical lluvioso	9.5 - 12
Clima tropical con verano húmedo	7 - 9.5
Clima tropical con invierno húmedo	7 - 9.5
Clima tropical seco-húmedo	4.5 - 7
Clima tropical seco (verano	2 - 4.5
Clima tropical seco (invierno)	2 - 4.5
Climas tropicales semi-desérticos	< 2

Papadakis (1961, 1970, 1975), desarrolló una nueva - clasificación climática del mundo incorporando los siguientes factores especiales:

- a. Temperaturas promedio diarias de máximas fueron usadas y se le dió gran importancia a las temperaturas nocturnas y el efecto de vernalización de bajas temperaturas.
- b. La severidad del invierno y la duración de la estación de heladas fueron consideradas como una característica fundamental de clima.
- c. El concepto de balance de agua fue incluido, con el potencial de evapotranspiración viéndose determinado como una función de déficit de saturación al medio día.

- d. Un gran número de tipos térmicos e hídricos fueron reconocidos para la clasificación de climas mensuales de diferentes localidades en el mundo.

Para determinar los tipos de clima, la evapotranspiración media mensual es calculada de la información de temperaturas máximas medias diarias y de la presión de vapor. La siguiente fórmula sugerida por Papadakis (1975) es usada:

$$E = 5.625 (ema - ed)$$

Donde:

- E = Evapotranspiración potencial mensual, mm
ema - Presión de vapor a saturación a la temperatura máxima diaria, mb
ed = Promedio mensual de presión de vapor, mb

Sobre la base de precipitación y evapotranspiración - potencial mensual, el agua almacenada de lluvias anteriores es determinada. Luego el índice de humedad es definido:

$$H = \frac{P + W}{E}$$

Donde:

- H = Índice de humedad
P = Precipitación mensual, mm
E = Evapotranspiración potencial mensual, mm
W = Humedad almacenada en el suelo, mm

Sobre la base de estos índices, los tipos hídricos - son determinados usando los criterios presentados en la tabla 15.

TABLA 15. Tipos climáticos hídricos sugeridos por Papadakis (1961, 1970, 1975).

Indice de humedad	Tipos climáticos
< 0.25	Arido (a)
0.25 - 0.50	Seco (s)
0.50 - 0.75	Intermedio (c)
0.75 - 1.00	Intermedio húmedo (y)
>1.00 (P E)	Post-húmedo (p)
1.00 - 2 (P+W-E 100 mm) <	húmedo (g)
> 2 (P+W-E 100 mm) >	Mojado (w)

Información sobre la severidad del invierno, duración de la estación, lluvia percolada, stress hídrica y variaciones de la temperatura estacional, etc, son también incorporadas en esta clasificación. Papadakis (1970) también estudió los requerimientos climáticos de cultivos en términos de un método de clasificación climática elaborado por él. Su método está orientado hacia la agricultura y los requerimientos de los cultivos y criterios para diferentes subtipos hídricos y térmicos de clima han sido seleccionados principalmente desde este punto de vista.

Hargreaves (1977), definió un índice de humedad disponible (MAI) como la relación entre el vapor de la lluvia esperada con un 75 % de probabilidad para un período considerado y el potencial de evapotranspiración estimado para el mismo período, así:

$$MAI = \frac{P(75)}{ET}$$

Donde:

MAI = Índice de disponibilidad de humedad
P(75) = Precipitación con 75 % de probabilidad, mm
ET = Evapotranspiración potencial media, mm

Si el del índice de disponibilidad de humedad es menor 0.33 durante todos los meses en una región, el clima se clasifica como muy árido. Si existen solo 1 ó 2 meses con valores de MAI que exceden 0.34 en el año, el clima es clasificado como árido, y si existen 3 o 4 meses consecutivos - con MAI mayor de 0.34 el clima es considerado semiárido. Hargreaves (1975) propuso la clasificación de adecuación de la humedad para satisfacer los requerimientos hídricos de cultivos agrícolas que se presentan en la tabla 16.

TABLA 16. Adecuación de la humedad disponible según el índice de Hargreaves (1977).

MAI	Condiciones de humedad
0.00 - 0.33	Muy deficiente
0.34 - 0.67	Moderadamente deficiente
0.68 - 1.00	Ligeramente deficiente
1.00 - 1.33	Humedad adecuada
>1.34	Humedad excesiva

El nivel de probabilidad así como el rango escogido por MAI en esta clasificación aparenta ser alto. Hargreaves (1975) sugiere que, para algunos cultivos o condiciones especiales, un nivel de probabilidad diferente puede ser más apropiado.

MATERIALES Y METODOS

En el presente estudio se tomó como base al Índice - de Humedad disponible de Hargreaves, el cual se modificó y adaptó a regiones áridas y semiáridas de la República Mexicana, ampliando una ecuación de regresión múltiple para el cálculo de la radiación solar, a diferencia de otros métodos anteriormente citados que recurren al uso de tablas o mapas - que a veces hacen ineficiente el método.

De la clasificación de Hargreaves de 274 estaciones climáticas que empleó, se seleccionaron 65 de acuerdo a la delimitación de las zonas áridas y semiáridas de México, de las cuales mediante el uso de variables meteorológicas de cada estación se estudiaron los valores medios mensuales de - temperatura y precipitación.

La tabla 1 del apéndice da un resumen de los índices de adecuación de humedad para el clima y disponibilidad de humedad en México. Para cada localidad, la temperatura media en grados centígrados, la precipitación media para el período registrado, dado en mm, la precipitación confiable y - estimada aproximadamente igual al 75 por ciento de probabilidad de ocurrencia, evapotranspiración potencial en mm, déficit

de humedad al 75 por ciento de probabilidad de ocurrencia y el índice de adecuacidad de humedad, indicado en la línea más abajo de cada estación climática.

Todas estas observaciones fueron ordenadas y calculadas por un programa de computación y dicha información fue elaborada por la Sección de Cómputo Electrónico de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en él se procedió de la siguiente manera:

1. Calcular el calor latente de evaporización, dado por la siguiente ecuación:

$$L = 595.9 - (0.55) T_M$$

Donde:

L = Calor latente de evaporización

T_M = Temperatura media, °C

Para temperaturas dada en grados fahrenheit, la ecuación se transforma en:

$$L = 595.9 - 0.305 (T_{MF} - 32)$$

2. Calcular la radiación solar por medio de la siguiente ecuación:

$$R_{SM} = (D_M) (10) (R_S / L)$$

La radiación solar (RS) fue calculada por medio de la ecuación de regresión múltiple obtenida para este método y está dada por la siguiente relación:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \alpha_t + \beta_2 (DM) + \beta_3 (DM)^2$$

Donde:

RSM = Radiación solar, mm/mes

DM = Número de días en el mes

L = Calor latente de evaporización

3. Calcular evapotranspiración potencial, estimada por la ecuación:

$$ETP = (0.0075) (RSM) (1.8 TM + 32)$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial, mm/mes

RSM = Radiación solar, mm/mes

TM = Temperatura media mensual, °C

En México, son pocos los sitios donde existen registros de radiación solar y los radiómetros existentes tienen deficiencias en su calibración.

4. Calcular la precipitación confiable, estimada al 75 % de probabilidad de ocurrencia en áreas con precipitaciones promedio altas.

$$PD = 10 + 0.70 \quad PM$$

Donde:

PD = Precipitación confiable, mm/mes

PM = Precipitación mensual, mm/mes

5. Calcular el déficit de precipitación en mm, por la ecuación siguiente:

$$DF = ETP - PM$$

6. Calcular el índice de humedad disponible con la ecuación

$$IAH = PD/ETP$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Con la modificación realizada al método de Hargreaves se obtuvo para la radiación solar (R_s) una ecuación de regresión múltiple por medio del método de cuadrados mínimos que utiliza tres variables y la ecuación encontrada fue la siguiente:

$$R_s = 203.879 + (5.68645) (\text{Lat}) + (64.3328) (\text{DM}) - (5.42243) (\text{DM})^2$$

Con esta ecuación simple que solamente requiere de pocas mediciones climáticas, nos permite calcular fácilmente y a la vez nos proporciona más exactitud en la estimación del IAH, como se muestra a continuación:

TABLA 17. Clasificación climática e Índice de Adecuacidad de Humedad de acuerdo a las siguientes estaciones.

Variable	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Spt.	Octubre
Estación: Hermosillo, Son						
P (mm)	2.04	4.0	71.0	94.0	63.0	41.0
ETP (mm)	26.4	31.0	32.0	32.4	30.3	26.0
IAH	0.00	0.00	0.20	0.25	0.20	0.13
Estación: Chihuahua, Chih.						
P (mm)	10.0	24.0	80.0	96.0	94.0	27.0
ETP (mm)	23.1	26.7	25.1	24.2	22.2	18.2
IAH	0.00	0.04	0.27	0.36	0.40	0.13
Estación: Linares, N.L.						
P (mm)	92.0	100.0	99.0	61.0	188.0	81.0
ETP (mm)	24.9	26.2	26.8	27.5	25.4	22.7
IAH	0.33	0.36	0.35	0.20	0.84	0.36

Además, basados con la condición de Hargreaves, de que la humedad para valores menores de 0.33 durante todos los meses en una región el clima se considera como muy árido, como es el caso de: Mexicali, San Luis Colorado, Altar, Camargo, Cedral, Cuatrociénegas, Flor de Jimulco, Guaymas, Hermosillo, Ixmiquilpan, Juárez, Lerdo, Don Martín, Matamoros, Montemorelos, Nazas, Obregón, San Juan de Guadalupe y Tijuana. Si existen solo uno o dos meses con valores de IAH que exceden de 0.34 en el año, el clima es considerada como árido, como son: Camargo, Camarón, Charcas, Durango, Fresnillo, El Fuerte, Galeana, Guichapan, Lampazos, Monclova, - Muzquiz, Río Grande, Sabinas, San Buenaventura, San Luis de Paz, San Luis Potosí y Zacatecas. Y si existen 3 ó 4 meses consecutivos con IAH mayor de 0.34 el clima es considerado semiárido como es el caso de: Ensenada, Guadalupe Victoria, Guanasevi, Hidalgo del Parral, Linares, Manuel Doblado, Mocorito, Ocampo, Peñón Blanco, Rosario, San Juan del Río, San Miguel Allende, Santiago Papasquiaro, Sombrerete y Tepeguanes.

Las estaciones que no están dentro de estas zonas y nos permiten hacer una comparación son: Mérida, Pénjamo, Puebla, Silao, Texcoco, Tuxtla Gutiérrez y Zamora, con un IAH de 0.68 a 1.00 y se clasifican como semihúmedas. Existen otras como son Santo Domingo, Tepic y Villahermosa, que tiene un IAH de 1.00 a 1.33 se les puede considerar como húmedas. También existen estaciones que tienen un IAH mayor de 1.33 y se les clasifica como muy húmedas y son: Minatitlán, Uruapan, etc.

CONCLUSIONES

Con el empleo de esta nueva ecuación empírica, que es la radiación solar (R_s), se observó que sin el uso de tablas, gráficas y mapas, se puede calcular y precisar el IAH.

Por medio de este estudio nos permite delinear zonas suelo - climáticas homogéneas, no sólo para interpretar patrones de cultivo como existen, sino también para detectar si existen usos inapropiados de la tierra y proyectar nuevos patrones de cultivo.

Con un mínimo de factores climáticos, se pueden caracterizar las zonas áridas o semiáridas de un país.

RESUMEN

Algunos métodos han sido utilizados para la clasificación de climas. Se han hecho intentos para obtener una clasificación que permita el establecimiento de límites regionales entre áreas con condiciones climáticas uniformes. Los sistemas de clasificación varían de acuerdo con el propósito para el cual dicha clasificación es hecha.

Es importante delinear zonas suelo - climáticas homogéneas no solo para interpretar patrones de cultivo como existen, sino también para detectar si existen usos inatropiados de la tierra y proyectar nuevos patrones de cultivo.

Es propósito de este estudio el clasificar las zonas áridas y semiáridas del país de acuerdo a la adecuación de la disponibilidad de humedad propuesta por Hargreaves, se determina si la precipitación satisface los requerimientos mensuales de una demanda evaporativa potencial calculada mediante ecuaciones, eliminando así el uso de tablas y mapas de radiación solar mensual, hasta ahora usados.

Con la modificación realizada al método de Hargreaves se obtuvo para la radiación solar (R_s), una ecuación de regresión lineal múltiple por medio del método de cuadrados mínimos que utiliza tres variables y la ecuación encontrada fue la siguiente:

$$R_s = 203.879 + (5.68645) (\text{Lat}) + (64.3328) (\text{DM}) - (5.42243) (\text{DM})^2$$

Con el empleo de esta nueva ecuación empírica que solamente requiere de pocas mediciones climáticas, nos permite calcular fácilmente y a la vez nos proporciona más exactitud en la estimación del Índice de Adecuación de Humedad (IAH), bajo condiciones relativamente homogéneas.

U.A.A.A.N.

06138

BIBLIOGRAFIA

- Cochemé, J. and Franquin, P. 1967. An agro-climatological survey of a semiarid area in Africa south of the Sahara world meteorological organization. Technical No. 86.
- Chang, J.H. 1968. Climate and agriculture. An ecological survey. Ed. Aldine Publishing. Company/Chicago. 129 - 144. pp.
- De Martonne, E. 1926. Une nouvelle fonction climalogique: I' indice d' ariolite. La Météorologie 68:449-458 pp.
- Emberger, L. 1955. La vegetación de la región mediterrannéenne. Essal d' une classification des groupments vegetamx. Revne Generale de Botanige. 42: 641-662. 705 - 721 pp.
- Gaussen, H. 1955. Les climats analogices a I' echelle du monde, Compontes rendus. Hebdomodaires des Seances de L' Academie d' Agriculture de France.
- Gracanin, M. 1950. Monthly rain- factors and their significance in pedological investigations. Revisio Scientifica Agriculture (Zagreb) 12:51-67. pp.

- García, E. 1974. Modificaciones al sistema de clasificación -- climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Geografía. Segunda Edición. 1973.
- Hargreaves, G.H. 1971. Precipitation dependability and poten-- tial for agricultural production in northeast Bra-- zil. Publication no. 74-D-159, EMBRADA and Utah - State University (USA). 123 pp.
- Koppen, W. 1900. Versuch einer klassifikation klimate vorgugs-- weise nach inhern Begiehisngen zur Pflanzenwelt. - Geographische zeitschrift. 6: 593-611 657-679 pp.
- Krishnan, A. 1968. Distribution of arid areas in India Procee-- dings, symposium of the Arid zone 21 st. Intunational Geographical Congrees, Jodhpur, India.
- Krishnan, A. 1980. Agroclimatic Classification Methods and -- their Application to India. Climatic Classifica--- tion. A. Consultants' Meeting. 14-16 April. 59-88 pp.
- Lang, R. 1915. Versuch einer exakten Klassifikation der Boden_ in klima fischer und geologischer Hinsicht. Inter-- nationale Mitteilungen fur Bodenkunde 5 (4): 246-- 312 pp.
- Lauer, W. 1952. Humide und aride jehresgerten in Afrika und Su damerika und ihre Begienhung zuden vegetationsgur-- teln Bonner Geograpische Abhandlugen (Bonn) 5:15-58 pp.

- Mc Ginnies G. William, Bran J. and Paylore Patricia, 1968. Deserts of the world. An Appraisal of Research Into their Physical and Biological Environments. 44-52 pp.
- Meyer, A. 1926. Ueber einige Zusammenhänge zwischen Klima und Boden in Europa. Diss ETH Zurich. 138 pp.
- Molina, G.J. 1983. Recursos Agrícolas de Zonas Áridas y Semiáridas de México. Ed. del Colegio de Postgraduados de Chapingo. 9-49 pp.
- Papadakis, J. 1975. Climates of the world and their agricultural potentialities. Buenos Aires.
- Popov., V.P. 1948. Moisture balance in the soil and the dryness indices of climate in the Ukrainian Soviet Socialist Republic. Scientific Report of the State University of Kiev 7 (1).
- Quintanar A.F. 1966. Desiertos Mexicanos México, D.F.
- Raman, P.K. and Satakopan, V. 1934. Evaporation in India calculated from other meteorological factors. India Meteorological Department Scientific Notes 6, 61: 1-51 pp.
- Shaufelberger, P. 1962. La clasificación natural de los climas Reimpreso de Cenicafé 13(1): 3-22 pp.
- Subrahmanyam, U.P., 1956. Climatic types of India according to rational classification of Thornthwaite. Indian Journal of Meteorology and Geophysics 7 (3): 253 pp.

- Thornthwaite, C.W., 1948, An approach towards a rational classification of climate; Geogr. Rev., 38 55-94 pp.
- Thornthwaite, C.W. and Mather, J,R, 1955. The water balance. - Publications in climatology, Vol 8 No. 1, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, Centerton, N.J. 104 pp.
- Transeau, E.N. 1905. Forest centres of Eastern America, American Naturalist 39: 875-889. pp.
- Troll, C. 1965. Seasonal elimates of the earth. In World Maps - of climatology. ed. E. Roden walt and H. Jusatz. Berlin: Springer-Verlag. 28 pp.
- Villalpando, I.J.F. 1983. Metodología de Investigación en Agroclimatología 127-144 pp.
- Walton, K. 1969. The Arid Zones. Ed. Aldine Publishing Company Chicago 7-23 pp.

A P E N D I C E

TABLA 1. Índices de adecuacidad de humedad para estaciones seleccionadas

Altar, Son.	L a t i t u d			L o n g i t u d			L a t i t u d			L o n g i t u d		
	12.8	15.3	16.5	20.0	24.3	28.7	31.4	30.4	28.9	23.4	17.8	14.2
Temperatura .	15.0	10.0	9.0	4.0	1.0	10.0	74.0	58.0	43.0	13.0	21.0	18.0
Precipitación	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.8	30.6	20.1	0.0	4.7	2.6
Prec. conf.	94.9	103.1	127.6	143.4	170.4	184.3	200.0	189.6	168.4	141.3	105.4	83.8
Evap. pot	94.4	103.1	127.6	143.4	170.4	184.3	158.2	159.0	148.3	141.3	100.7	81.2
Def. prec.	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.16	0.12	0.00	0.04	0.03
I A H												
Camargo, Chih.	L a t i t u d			L o n g i t u d			L a t i t u d			L o n g i t u d		
	11.8	14.4	16.8	20.4	24.8	29.1	28.4	26.8	25.6	21.7	15.9	11.6
Temperatura	13.0	4.0	4.0	5.0	8.0	25.0	80.0	59.0	55.0	31.0	13.0	21.0
Precipitación	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	46.0	31.3	28.5	11.7	0.0	4.7
Prec. conf.	88.0	96.7	124.5	140.4	167.1	180.5	181.4	169.4	151.1	130.6	95.6	73.3
Evap. pot.	88.0	96.7	124.5	140.4	167.1	173.0	135.4	138.1	122.6	118.9	95.6	68.6
Def. prec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.25	0.18	0.19	0.09	0.00	0.06
I A H												
Camargo, Tamps.	L a t i t u d			L o n g i t u d			L a t i t u d			L o n g i t u d		
	15.8	18.8	22.1	26.0	28.4	30.0	31.0	31.7	29.3	25.8	20.7	15.6
Temperatura	31.0	31.0	34.0	20.0	61.0	85.0	41.0	23.0	115.0	58.0	43.0	57.0
Precipitación	11.7	11.7	13.8	4.0	32.7	49.5	18.7	4.1	70.5	30.6	20.1	29.9
Prec. conf.	98.6	108.7	142.3	159.7	179.6	181.7	189.8	186.4	162.2	142.5	107.9	81.9
Evap. pot.	86.9	97.0	128.5	155.7	146.9	132.2	171.1	180.3	91.7	111.9	87.8	52.0
Def. Prec.	0.12	0.11	0.10	0.03	0.18	0.27	0.10	0.03	0.43	0.21	0.19	0.37
I A H												
Camaron, Chih.	L a t i t u d			L o n g i t u d			L a t i t u d			L o n g i t u d		
	12.8	15.7	18.4	23.4	26.4	30.0	30.3	30.9	28.0	24.1	16.6	12.6
Temperatura	36.0	27.0	19.0	33.0	121.0	42.0	22.0	32.0	87.0	31.0	26.0	20.0
Precipitación	15.2	8.9	3.3	13.1	74.7	19.4	5.4	12.4	50.9	11.7	8.2	4.0
Prec. Conf.	90.8	100.3	130.1	151.3	173.3	183.5	188.7	185.4	159.3	138.4	97.4	75.6
Evap. pot.	75.6	91.4	126.8	138.2	98.6	164.1	183.3	173.0	108.4	126.7	89.2	71.6
Def. Prec.	0.17	0.09	0.03	0.09	0.43	0.11	0.03	0.08	0.32	0.08	0.08	0.05
I A H												

Continua

TABLA 1. Continuación

Cedral, S.L.P.										
Temperatura	11.5	13.8	16.5	19.5	21.6	20.6	20.8	20.4	18.0	14.2
Precipitación	25.0	9.0	5.0	4.0	57.0	77.0	38.0	35.0	28.0	12.7
Prec. conf.	7.5	0.0	0.0	0.0	29.9	43.9	16.6	14.5	9.6	5.0
Evap. pot.	82.5	90.2	117.9	131.1	147.7	143.6	139.6	126.4	112.1	0.0
Def. prec.	75.0	90.2	117.9	131.1	117.8	99.7	123.0	111.9	85.7	71.3
I A H	0.09	0.00	0.00	0.00	0.20	0.31	0.12	0.11	0.09	76.1
										0.11
										0.00
Cuatrociénegas, Coah.										
Temperatura	13.6	17.4	20.0	24.2	27.0	29.3	29.4	27.9	24.1	19.0
Precipitación	7.0	6.0	1.0	3.0	17.0	13.0	13.0	18.0	16.0	14.6
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	2.6	1.2	17.0
Evap. pot.	92.5	104.8	135.2	153.6	174.6	183.7	178.2	157.8	137.4	0.0
Def. prec.	92.5	104.8	135.2	153.6	172.7	183.8	178.2	155.2	136.2	1.9
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	79.9
										78.0
										0.02
Charcas, S.L.P.										
Temperatura	11.6	13.5	15.1	17.7	19.6	19.5	19.0	18.4	16.8	12.8
Precipitación	12.0	11.0	11.0	6.0	39.0	60.0	38.0	71.0	40.0	11.0
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.12	0.25	0.12	0.34	0.17	0.00
Evap. pot.	83.0	89.6	113.2	124.9	140.3	139.5	133.2	119.8	108.6	0.07
Def. prec.	83.0	89.6	113.2	124.9	123.0	107.5	116.6	79.4	90.6	84.9
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.23	0.12	0.34	0.17	71.8
										71.8
										0.00
Chihuahua, Chih.										
Temperatura	9.6	11.8	14.9	18.7	23.1	25.1	24.2	22.2	18.2	13.3
Precipitación	4.0	5.0	8.0	8.0	10.0	80.0	96.0	94.0	37.0	9.2
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0	57.2	55.8	15.9	8.0
Evap. pot.	82.4	89.6	118.7	135.3	161.8	172.4	160.9	140.3	120.0	0.0
Def. prec.	82.4	89.6	118.7	135.3	161.8	165.6	103.7	84.5	104.1	4.7
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.36	0.40	0.13	89.2
										89.2
										63.5
										0.07

Continúa

TABLA 1. Continuación

Durango, Dgo.												
Temperatura	11.6	13.1	15.6	18.4	20.8	22.2	20.2	20.1	19.3	17.7	14.6	12.1
Precipitación	13.0	9.0	1.0	3.0	13.0	61.0	125.0	91.0	101.0	31.0	14.0	19.0
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.7	17.5	53.7	60.7	11.7	0.0	3.3
Evap. pot.	83.5	88.9	115.4	128.1	145.7	147.7	143.0	138.0	123.4	112.0	87.1	70.5
Def. prec.	83.5	88.9	115.4	128.1	145.7	115.0	65.5	84.3	62.7	100.3	87.1	67.2
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.54	0.39	0.49	0.10	0.00	0.05
Elisenada, B.C. (nte.)												
Temperatura	12.7	13.4	14.3	15.3	17.1	18.2	20.2	21.0	19.3	17.8	16.1	13.9
Precipitación	78.0	67.0	31.0	31.0	11.0	5.0	2.0	0.0	3.0	17.0	20.0	65.0
Prec. conf.	44.6	36.9	12.4	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	4.0	35.5
Evap. pot.	95.9	98.2	120.4	126.4	141.8	142.9	154.5	153.0	134.2	123.0	101.6	84.4
Def. Prec.	51.3	61.3	108.0	114.7	141.8	142.9	154.5	153.0	134.2	121.1	97.6	48.9
I A H	0.47	0.38	0.10	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.42
Flor de Jimulco, Dgo.												
Temperatura	14.2	16.8	18.3	22.6	25.4	27.2	26.3	26.0	24.8	22.5	17.9	13.9
Precipitación	8.0	8.0	2.0	3.0	10.0	24.0	52.0	42.0	42.0	17.0	16.0	11.0
Prec. Conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	26.4	19.4	19.4	1.9	1.2	0.0
Evap. pot.	93.1	101.9	127.6	146.0	166.7	169.9	169.7	163.2	145.1	130.4	99.0	76.9
Def. Prec.	93.1	101.9	127.6	146.0	166.7	163.1	143.3	143.8	125.7	128.5	97.8	76.9
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.16	0.12	0.13	0.01	0.01	0.00
Fresnillo, Zac.												
Temperatura	11.4	13.4	15.9	10.0	21.5	21.7	19.8	20.0	19.7	18.0	14.5	12.8
Precipitación	10.0	1.0	0.0	5.0	16.0	57.0	104.0	69.0	80.0	30.0	15.0	19.0
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	29.9	62.8	38.3	46.0	11.0	0.5	3.3
Evap. pot.	81.7	88.6	115.1	96.4	146.7	144.3	139.8	136.1	123.2	111.5	86.1	71.0
Def. prec.	81.7	88.6	115.1	96.4	145.5	114.4	77.0	97.8	77.2	100.5	85.6	67.7
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.21	0.45	0.28	0.37	0.10	0.01	0.05

Continúa

TABLA 1. Continuación

Guaymas, Son.		Latitud		27.5		Longitud		110.5			
Temperatura	17.7	18.9	20.7	22.8	25.5	28.8	30.7	30.5	30.2	27.3	22.6
Precipitación	8.0	6.0	5.0	3.0	3.0	1.0	47.0	75.0	55.0	9.0	11.0
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	42.5	28.5	0.0	0.0
Evap. pot.	106.3	110.8	139.2	149.7	170.4	179.3	191.0	184.3	167.9	150.1	115.6
Def. Prec.	106.3	110.8	139.2	149.7	170.4	179.3	168.1	141.8	139.4	150.1	115.6
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.23	0.17	0.00	0.11
Hermosillo, Son.		Latitud		29.5		Longitud		110.5			
Temperatura	15.7	17.3	20.2	22.9	26.4	31.0	32.0	31.4	30.3	26.0	21.1
Precipitación	2.0	15.0	5.0	2.0	2.0	4.0	71.0	84.0	63.0	41.0	6.0
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	76.8	71.9	71.9	20.8	3.3
Evap. pot.	102.8	108.3	140.4	153.2	177.5	192.2	200.5	192.0	172.0	149.1	114.1
Def. prec.	102.8	107.8	140.4	153.2	177.5	192.2	160.8	143.2	137.9	130.4	114.1
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.25	0.20	0.13	0.00
Hidalgo del Parral, Chih.		Latitud		24.6		Longitud		105.3			
Temperatura	10.7	11.9	13.4	17.3	20.5	23.8	22.9	22.1	20.6	18.3	14.2
Precipitación	5.0	4.0	5.0	2.0	8.0	44.0	124.0	117.0	117.0	44.0	19.0
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	76.8	71.9	71.9	20.8	3.3
Evap. pot.	83.6	88.0	110.8	127.4	148.4	157.9	157.5	149.6	131.7	117.7	89.5
Def. prec.	83.6	88.0	110.8	127.4	148.4	137.1	80.7	77.7	59.8	96.9	86.2
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.49	0.48	0.55	0.18	0.04
Huichapan, Hgo.		Latitud		20.2		Longitud		99.3			
Temperatura	12.4	13.9	16.2	18.2	19.2	18.1	17.1	17.0	16.8	15.2	14.0
Precipitación	9.0	4.0	4.0	14.0	33.0	51.0	64.0	57.0	72.0	32.0	8.0
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	25.7	34.8	29.9	40.4	12.4	0.0
Evap. pot.	81.0	86.7	112.4	121.9	133.6	126.6	125.4	120.8	109.6	98.7	81.1
Def. prec.	81.0	86.7	112.4	121.9	120.5	100.9	90.6	90.9	69.2	86.3	81.1
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.28	0.25	0.37	0.13	0.00

Continúa

TABLA 1. Continuación

Ixmiquilpan, Hgo.													
Temperatura	14.1	15.4	18.2	20.2	22.0	21.6	21.2	20.8	20.4	99.1	16.0	14.6	
Precipitación	4.0	4.0	8.0	15.0	25.0	42.0	49.0	38.0	62.0	31.0	4.0	5.0	
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.5	7.5	19.4	24.3	16.6	33.4	11.7	0.0	0.0	
Evap. pot.	85.8	91.0	119.3	129.0	144.3	139.3	140.7	134.6	121.5	108.2	86.4	71.7	
Def. prec.	85.8	91.1	119.3	128.5	136.8	119.9	116.4	118.0	88.1	96.5	86.4	71.7	
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.14	0.17	0.12	0.27	0.11	0.00	0.00	
Juarez, Chih.													
Temperatura	5.4	8.9	12.2	17.8	21.2	25.7	27.0	26.0	22.8	17.2	9.8	6.1	
Precipitación	6.0	10.0	8.0	8.0	15.0	12.0	29.0	33.0	24.0	24.0	9.0	9.0	
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	10.3	13.1	6.8	6.8	0.0	0.0	
Evap. pot.	72.4	83.5	112.2	136.0	158.9	173.8	183.0	173.5	147.3	120.8	82.2	63.1	
Def. prec.	72.4	83.5	112.2	136.0	158.4	173.8	172.7	160.4	140.5	114.0	82.2	63.1	
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.08	0.05	0.06	0.00	0.00	
Lampazos, N.L.													
Temperatura	12.3	15.2	20.2	24.1	26.7	29.2	29.5	29.7	27.0	22.9	17.3	12.1	
Precipitación	18.0	11.0	10.0	25.0	47.0	31.0	41.0	13.0	138.0	58.0	19.0	24.0	
Prec. conf.	2.6	0.0	0.0	7.5	22.9	11.7	18.7	0.0	86.6	30.6	3.3	6.8	
Evap. pot.	89.2	98.9	136.8	154.2	174.5	180.5	185.6	180.6	155.5	134.2	99.4	74.2	
Def. prec.	86.6	98.9	136.8	146.7	151.6	168.8	166.9	180.6	68.9	103.6	96.1	67.4	
I A H	0.03	0.00	0.00	0.05	0.13	0.05	0.10	0.00	0.56	0.23	0.03	0.09	
Lerdo, Dgo.													
Temperatura	13.7	16.3	19.2	23.0	25.9	27.5	26.5	26.4	24.5	21.6	17.3	13.6	
Precipitación	6.0	4.0	3.0	3.0	15.0	27.0	44.0	31.0	68.0	19.0	10.0	11.0	
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	8.9	20.8	11.7	37.6	3.3	0.0	0.0	
Evap. pot.	91.9	100.0	130.1	146.8	168.0	170.3	169.8	164.0	143.4	126.7	96.8	75.7	
Def. prec.	91.1	100.0	130.1	146.8	167.5	161.4	149.0	152.3	105.8	123.4	96.8	75.7	
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.12	0.07	0.26	0.03	0.00	0.00	

Continúa

TABLA 1. Continuación

Mérida, Yuc.	L a t i t u d 20.6 L o n g i t u d 89.3									
Temperatura	22.9	23.8	25.4	27.1	28.0	27.7	27.4	27.4	27.2	26.1
Precipitación	31.0	16.0	19.0	26.0	81.0	151.0	141.0	129.0	154.0	103.0
Prec. conf.	11.7	1.2	3.3	8.2	46.7	95.7	88.7	80.3	97.8	62.1
Evap. pot.	110.9	115.5	144.7	154.0	167.5	162.5	164.8	159.3	144.7	133.4
Def. prec.	99.2	114.3	141.4	145.8	120.9	66.8	76.1	79.0	46.9	71.3
I A H	0.11	0.01	0.02	0.05	0.28	0.59	0.54	0.50	0.68	0.47
										24.0
										26.1
										103.0
										62.1
										11.7
										108.3
										96.6
										0.11
										0.12
Mexicali, B.C. (Nte.)	L a t i t u d 32.4 L o n g i t u d 115.3									
Temperatura	11.8	15.1	17.9	21.2	25.2	29.6	33.0	32.7	29.5	23.2
Precipitación	6.0	10.0	5.0	6.0	1.0	1.0	3.0	8.0	7.0	8.0
Prec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Evap. pot.	93.9	104.8	135.6	151.0	177.4	191.8	210.9	203.4	174.6	143.9
Def. prec.	93.9	104.8	135.6	151.0	177.4	191.8	210.9	203.4	174.6	143.9
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
										16.6
										9.0
										0.0
										0.0
										104.4
										104.4
										81.0
										81.0
										0.00
										0.00
Minatitlán, Ver.	L a t i t u d 17.6 L o n g i t u d 94.3									
Temperatura	23.2	23.9	25.1	27.1	28.9	28.2	27.7	27.5	27.5	26.7
Precipitación	162.0	79.0	39.0	36.0	78.0	307.0	296.0	358.0	602.0	401.0
Prec. conf.	103.4	45.3	17.3	15.2	44.6	204.9	197.2	240.6	411.4	270.7
Evap. pot.	106.7	111.2	138.2	148.7	165.0	158.8	160.3	154.1	140.3	129.7
Def. prec.	3.3	65.9	120.9	133.5	120.4	-46.1	-36.9	-86.5	-271.1	-141.0
I A H	0.97	0.41	0.13	0.10	0.27	1.29	1.23	1.56	2.93	2.09
										24.6
										367.0
										246.9
										104.8
										-142.1
										2.36
										1.09
Mocorito, Sin.	L a t i t u d 25.3 L o n g i t u d 107.5									
Temperatura	18.4	19.3	20.7	23.3	26.2	29.6	29.8	28.8	28.2	25.6
Precipitación	10.0	20.0	11.0	2.0	1.0	38.0	215.0	168.0	119.0	42.0
Prec. conf.	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	16.6	140.5	107.6	73.3	19.4
Evap. pot.	105.2	108.9	135.6	147.9	169.1	178.5	183.1	173.2	156.5	140.2
Def. prec.	105.2	104.9	135.6	147.9	169.1	161.9	42.6	65.6	83.2	120.8
I A H	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.09	0.77	0.62	0.47	0.14
										22.6
										20.0
										4.0
										112.0
										108.0
										0.57

Continúa

TABLA 1. Continuación

Monclova, Coah.										
Temperatura	12.6	15.2	18.2	22.3	25.5	27.7	27.7	28.1	25.1	21.8
Precipitación	15.0	15.0	8.0	18.0	35.0	36.0	53.0	30.0	108.0	35.0
Prec. conf.	0.5	0.05	0.0	2.6	14.5	15.2	27.1	11.0	65.6	14.5
Evap. pot.	89.5	98.1	128.4	146.3	168.6	173.3	177.0	173.0	147.6	129.5
Def. prec.	89.0	97.6	128.4	143.7	154.1	158.1	149.9	162.0	82.0	115.0
I A H	0.01	0.01	0.00	0.02	0.09	0.09	0.15	0.06	0.44	0.11
										0.02
										0.01
Montemorelos, N.L.										
Temperatura	15.5	17.2	24.1	25.7	28.3	28.7	30.7	29.9	27.8	25.2
Precipitación	11.0	10.0	19.0	23.0	84.0	83.0	7.0	18.0	71.0	39.0
Prec. conf.	0.0	0.0	3.3	6.1	48.8	48.1	0.0	2.6	39.7	17.3
Evap. pot.	96.2	102.4	147.8	156.8	177.2	174.4	186.2	177.3	154.8	138.4
Def. frec.	96.2	102.4	44.5	150.7	128.4	126.3	186.2	174.7	115.1	121.1
I A H	0.01	0.01	0.00	0.02	0.09	0.09	0.15	0.06	0.44	0.11
										0.02
										0.01
Muzquiz, Coah.										
Temperatura	15.1	16.5	18.7	23.5	25.7	28.4	28.8	29.3	27.4	24.0
Precipitación	24.0	11.0	26.0	27.0	88.0	78.0	63.0	78.0	117.0	72.0
Prec. conf.	6.8	0.0	8.2	8.9	51.6	44.6	34.1	44.6	113.9	40.4
Evap. pot.	98.3	103.3	131.7	152.5	171.1	177.7	183.2	179.7	157.8	138.6
Def. prec.	91.5	103.3	123.5	143.6	119.5	133.1	149.1	135.1	43.9	98.2
I A H	0.07	0.00	0.06	0.06	0.30	0.25	0.19	0.25	0.72	0.29
										0.09
										0.11
Nazas, Dgo.										
Temperatura	13.6	16.4	19.0	22.6	25.9	27.5	26.2	26.0	24.7	21.8
Precipitación	8.0	5.0	3.0	5.0	20.0	36.0	78.0	61.0	56.0	22.0
Frec. conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	15.2	44.6	32.7	29.2	5.4
Evap. pot.	90.6	100.0	129.2	145.1	167.7	170.0	168.3	162.2	143.8	127.2
Def. prec.	90.6	100.0	129.2	145.1	163.7	154.8	123.7	129.5	114.6	121.8
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.26	0.20	0.20	0.04
										0.00
										0.00

Continúa

TABLA 1. Continuación

Obregón, Son.	Latitud 27.3 Longitud 109.5									
Temperatura	18.2	19.8	22.2	25.2	27.4	32.1	33.6	33.7	32.7	29.2
Precipitación	7.0	5.0	2.0	4.0	0.0	2.0	70.0	46.0	44.0	23.8
Prec. Conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.0	22.2	20.8	4.0
Evap.Pot.	107.6	113.2	144.4	158.4	177.7	192.2	202.6	196.6	176.7	0.0
Def. Prec.	107.6	113.2	144.4	158.4	177.7	192.2	163.6	174.4	155.9	118.8
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.11	0.12	93.6
										93.6
										0.00
Ocampo, Coah.	Latitud 21.4 Longitud 101.2									
Temperatura	12.6	14.2	16.4	18.3	21.4	20.0	18.9	19.2	18.5	14.6
Precipitación	21.0	8.0	10.0	6.0	29.0	81.0	104.0	88.0	91.0	13.9
Prec.Conf.	4.7	0.0	0.0	0.0	10.3	46.7	62.8	51.6	53.7	18.0
Evap.Pot.	83.1	88.9	114.6	123.9	143.6	135.2	133.8	130.4	116.8	2.6
Def.Prec.	78.4	88.9	114.6	123.9	133.3	88.5	71.0	78.8	63.1	71.4
I A H	0.06	0.00	0.00	0.00	0.07	0.35	0.47	0.40	0.46	68.8
										0.05
										0.04
Penjamo, Gto.	Latitud 20.3 Longitud 101.4									
Temperatura	16.2	17.1	19.4	22.1	22.4	22.4	21.8	21.2	20.6	17.0
Precipitación	17.0	5.0	4.0	1.0	41.0	124.0	202.0	181.0	140.0	14.0
Prec.Conf.	1.9	0.0	0.0	0.0	18.7	76.8	131.4	116.7	88.0	0.0
Evap.Pot.	91.7	95.9	123.2	135.6	145.7	142.3	143.1	135.9	122.1	77.1
Def.Prec.	89.8	95.9	123.2	135.6	127.0	65.5	11.7	19.2	34.1	77.1
I A H	0.02	0.00	0.00	0.00	0.13	0.54	0.92	0.86	0.72	0.00
										0.04
Peñón Blanco, Dgo.	Latitud 24.5 Longitud 104.2									
Temperatura	11.7	13.2	15.1	17.2	20.2	21.8	20.3	20.2	13.3	12.3
Precipitación	5.0	6.0	0.0	3.0	23.0	40.0	99.0	107.0	74.0	7.0
Prec.Conf.	0.00	0.0	0.0	0.0	6.1	18.0	59.3	64.9	41.8	0.0
Evap.Pot.	84.2	89.6	114.2	124.2	144.0	146.8	144.0	139.0	103.3	0.0
Def.Prec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.12	0.41	0.47	0.40	71.4
										0.00
										0.00

Continúa

TABLA 1. Continuación

Puebla, Pue.	L a t i t u d 19.2 L o n g i t u d 98.1									
Temperatura	12.8	14.5	16.8	18.3	18.9	17.9	17.2	17.4	16.8	16.0
Precipitación	6.0	6.0	12.0	13.0	72.0	157.0	137.0	121.0	187.0	57.0
Prec.Conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	99.9	85.9	74.7	120.9	29.9
Evap.Pot.	81.0	87.3	112.9	120.8	131.0	124.2	124.3	120.8	108.2	99.7
Def.Prec.	81.0	87.3	112.9	120.8	90.6	24.3	38.4	46.1	12.7	69.8
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.80	0.69	0.62	1.12	0.30
Río Grande, Zac.	L a t i t u d 23.5 L o n g i t u d 103.1									
Temperatura	11.3	13.4	15.1	17.8	21.6	23.3	22.5	21.6	21.1	17.9
Precipitación	10.0	9.0	6.0	4.0	17.0	57.0	95.0	63.0	111.0	31.0
Prec.Conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	29.9	56.5	34.1	67.7	11.7
Evap.Pot.	81.9	89.1	112.9	124.9	147.8	150.8	151.0	142.5	128.7	111.8
Def.Prec.	81.9	89.1	112.9	124.9	145.9	120.9	94.5	108.4	61.0	100.1
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.20	0.37	0.24	0.53	0.10
Rosario, B.C.S.	L a t i t u d 27.5 L o n g i t u d 109.1									
Temperatura	14.6	15.9	17.5	21.1	23.9	29.1	28.0	28.2	27.9	24.7
Precipitación	20.0	26.0	8.0	3.0	21.0	45.0	287.0	174.0	105.0	44.0
Prec.Conf.	4.0	8.2	0.0	0.0	4.7	21.5	190.9	111.8	63.5	20.8
Evap.Pot.	96.8	101.4	127.1	143.2	163.8	180.7	180.0	175.2	159.5	141.0
Def.Prec.	92.8	93.2	127.1	143.2	159.1	159.2	10.9	63.4	96.0	120.2
I A H	0.04	0.08	0.00	0.00	0.03	0.12	1.06	0.64	0.40	0.15
Sabinas, Coah	L a t i t u d 27.5 L o n g i t u d 101.1									
Temperatura	9.8	14.4	16.7	23.0	28.0	32.6	32.6	32.5	28.1	21.4
Precipitación	23.0	56.0	46.0	42.0	88.0	63.0	37.0	28.0	134.0	22.0
Prec.Conf.	6.1	29.2	22.2	19.4	51.6	34.1	15.9	9.6	83.8	5.4
Evap.Pot.	82.1	96.9	124.3	150.5	180.6	195.0	199.2	192.3	160.3	129.6
Def.Prec.	76.0	67.7	102.1	131.1	129.0	160.9	183.3	182.7	76.5	124.2
I A H	0.07	0.30	0.18	0.13	0.29	0.17	0.08	0.05	0.52	0.04

Continúa

TABLA 1. Continuación

San Buenaventura, Coah.												
	10.6	12.7	17.0	20.2	25.4	25.3	23.7	22.7	19.1	12.6	8.9	
Temperatura	8.8											
Precipitación	17.0	3.0	11.0	9.0	26.0	88.0	108.0	46.0	29.0	9.0	21.0	
Prec.Conf.	1.9	0.0	0.0	0.0	8.2	51.6	65.6	22.2	10.3	0.0	4.7	
Evap.Pot.	87.0	111.9	130.3	151.8	169.3	172.6	160.8	143.8	124.7	88.5	68.5	
Def.Prec.	85.1	111.9	130.3	151.8	161.1	121.0	95.2	121.6	114.4	88.5	63.8	
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.30	0.41	0.15	0.08	0.00	0.07	
San Juan de Guadalupe, Dgo.												
	20.4	21.5	22.3	23.8	23.8	23.8	23.8	22.8	22.6	21.5	19.4	
Temperatura	18.8											
Precipitación	9.0	4.0	3.0	11.0	53.0	87.0	58.0	71.0	34.0	20.0	14.0	
Prec.Conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	27.1	50.9	30.6	39.7	13.8	4.0	0.0	
Evap.Pot.	111.1	137.0	142.8	158.0	154.3	157.6	152.5	135.9	128.6	107.3	88.7	
Def.Prec.	111.1	137.0	142.8	158.0	127.2	106.7	121.9	96.2	114.8	103.3	88.7	
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.32	0.20	0.29	0.11	0.04	0.00	
San Juan del Río, Dgo.												
	14.3	16.1	19.1	20.9	23.1	21.4	20.1	20.0	18.4	15.7	13.5	
Temperatura	12.8											
Precipitación	8.0	1.0	3.0	26.0	62.0	144.0	80.0	75.0	29.0	7.0	10.0	
Prec.Conf.	0.0	0.0	0.0	8.2	33.4	90.8	46.0	42.5	10.3	0.0	0.0	
Evap.Pot.	87.4	117.7	131.1	146.6	151.6	148.1	138.6	126.5	114.9	91.1	74.4	
Def.Prec.	87.4	117.7	131.1	138.4	118.2	57.3	92.6	84.0	104.6	91.1	74.4	
I A H	0.00	0.00	0.00	0.06	0.22	0.61	0.33	0.34	0.09	0.00	0.00	
San Luis Colorado, Son												
	14.7	18.3	21.5	25.4	29.7	34.4	34.0	30.2	23.5	16.8	12.4	
Temperatura	11.9											
Precipitación	7.0	4.0	3.0	1.0	0.0	9.0	12.0	6.0	8.0	3.0	14.0	
Prec.Conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Evap.Pot.	94.1	137.2	152.0	178.4	192.0	216.9	208.5	176.9	145.0	104.9	81.2	
Def.Prec.	94.1	137.2	152.0	178.4	192.0	216.9	208.5	176.9	145.0	104.9	82.2	
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Continúa

TABLA 1. Continuación

San Luis de la Paz, Gto.		L a t i t u d 21.2 L o n g i t u d 100.3									
Temperatura	12.6	14.1	16.7	17.8	20.1	19.7	19.4	19.4	18.5	16.6	13.8
Precipitación	12.0	6.0	7.0	2.0	44.0	65.0	67.0	35.0	82.0	22.0	14.0
Prec.Conf	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	35.5	36.9	14.5	47.4	5.4	0.0
Evap.Pot.	82.8	88.4	115.3	121.7	138.5	133.6	135.3	130.8	116.5	104.4	81.7
Def.Prec.	82.8	88.4	115.3	121.7	117.7	98.1	98.4	116.3	69.1	99.0	81.7
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.27	0.27	0.11	0.41	0.05	0.00
San Luis Potosí, S.L.P.		L a t i t u d 22.9 L o n g i t u d 100.5									
Temperatura	12.9	15.0	17.0	20.4	21.5	20.9	19.5	19.6	18.4	17.2	14.8
Precipitación	11.0	5.0	10.0	5.0	30.0	72.0	57.0	43.0	85.0	18.0	9.0
Prec.Conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	40.4	29.9	20.1	49.5	2.6	0.0
Evap.Pot.	85.8	93.1	118.8	133.6	146.4	140.8	138.3	134.2	118.7	108.7	86.7
Def.Prec.	85.8	93.1	118.8	133.6	135.4	100.4	108.4	114.1	69.2	106.1	86.7
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.22	0.15	0.42	0.02	0.00
San Miguel Allende, Gto.		L a t i t u d 20.6 L o n g i t u d 100.4									
Temperatura	13.3	15.6	18.0	20.4	22.3	21.0	19.8	19.1	18.1	17.6	15.2
Precipitación	9.0	7.0	7.0	9.0	28.0	115.0	104.0	94.0	110.0	25.0	14.0
Prec.Conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	70.5	62.8	55.8	67.0	7.5	0.0
Evap.Pot.	84.0	92.0	118.8	130.1	145.8	137.6	135.9	128.9	114.4	106.6	84.7
Def.Prec.	84.0	92.0	118.8	130.1	136.2	67.1	73.1	73.1	47.4	99.1	84.7
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.51	0.46	0.43	0.59	0.07	0.00
Santiago Papasquiaro, Dgo		L a t i t u d 25.2 L o n g i t u d 105.2									
Temperatura	10.6	12.9	15.2	18.2	21.0	23.3	21.9	21.4	20.7	18.2	14.3
Precipitación	12.0	9.0	3.0	11.0	15.0	68.0	136.0	104.0	78.0	29.0	10.0
Prec.Conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	37.6	85.2	62.8	44.6	10.3	0.0
Evap.Pot.	81.7	89.6	115.5	129.0	129.0	153.5	151.5	144.5	129.9	115.4	88.1
Def.Prec.	81.7	89.6	115.5	129.0	147.7	115.9	66.3	81.7	85.3	105.1	88.1
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.56	0.43	0.34	0.09	0.00

Continúa

TABLA 1. Continuación

Santo Domingo	24.3	25.4	27.1	27.8	28.7	27.7	27.9	28.0	27.8	26.6	25.6	24.5
	0.0	1.0	2.0	5.0	87.0	357.0	197.0	182.0	364.0	170.0	9.0	2.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	50.9	239.9	127.9	117.4	244.8	109.0	0.0	0.0
	197.6	113.4	142.8	148.7	161.9	154.8	158.6	153.4	138.9	127.1	105.3	87.5
	107.6	113.4	142.8	148.7	111.0	85.1	30.7	36.0	105.9	18.1	105.3	87.5
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	1.55	0.81	0.77	1.76	0.86	0.00	0.00
Sierra Mojada	13.2	15.7	18.6	22.6	26.0	28.3	27.2	26.7	24.5	21.8	17.3	12.9
	17.0	9.0	8.0	7.0	23.0	46.0	80.0	67.0	84.0	29.0	9.0	14.0
	1.9	0.0	0.0	0.0	6.1	22.2	46.0	36.9	48.8	10.3	0.0	0.0
	92.0	100.3	130.8	148.4	171.7	176.7	176.2	168.5	146.6	130.5	99.4	76.3
	90.1	100.3	130.8	148.4	165.6	154.5	130.2	131.6	97.8	120.2	99.4	76.3
	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.13	0.26	0.22	0.33	0.08	0.00	0.00
Silao, Gto	14.1	15.9	17.7	19.9	21.5	21.6	20.7	20.4	20.1	18.7	16.5	15.2
	21.0	10.0	10.0	6.0	30.0	151.0	182.0	166.0	180.0	47.0	17.0	21.0
	4.7	0.0	0.0	0.0	11.0	95.7	117.4	106.2	116.0	22.9	1.9	4.7
	86.1	92.8	117.8	128.4	142.7	139.7	139.4	133.6	121.0	110.1	88.2	73.3
	81.4	92.8	117.8	128.4	131.7	44.0	22.0	27.4	5.0	87.2	86.3	68.6
	0.05	0.00	0.00	0.00	0.08	0.69	0.84	0.79	0.96	0.21	0.02	0.06
Sombrerete, Zac.	10.0	1.2	14.0	17.3	19.4	21.0	18.9	18.8	17.8	16.1	13.0	11.4
	16.0	10.0	1.0	5.0	23.0	74.0	160.0	86.0	111.0	47.0	21.0	29.0
	1.2	0.0	0.0	0.0	6.1	41.8	102.0	50.2	67.7	22.9	4.7	10.3
	77.8	53.4	108.6	122.7	138.8	141.6	136.5	131.7	116.9	105.5	82.1	67.8
	76.6	53.4	108.6	122.7	132.7	99.8	34.5	81.5	49.2	82.6	77.4	57.5
	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.30	0.75	0.38	0.58	0.22	0.06	0.15

Continúa

6

TABLA 1. Continuación

Tepehuanes, Dgo.

Temperatura	9.3	12.2	13.4	16.4	19.5	23.0	22.0	21.2	20.3	17.4	13.1	9.9
Precipitación	19.0	12.0	5.0	2.0	13.0	70.0	139.0	100.0	104.0	31.0	14.0	32.0
Prec.Conf.	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	39.0	87.3	60.0	62.8	11.7	0.0	12.4
Evap.Pot.	78.0	87.4	109.0	122.3	142.2	152.4	151.9	143.8	128.6	112.6	84.8	66.4
Def.Prec.	74.7	87.4	109.0	122.3	142.2	113.4	64.6	83.8	65.8	100.9	84.8	54.0
I A H	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.57	0.42	0.49	0.10	0.00	0.19

Tepic, Nay.

Temperatura	17.2	17.9	18.6	20.7	21.5	23.7	23.5	23.5	23.5	23.0	20.2	18.0
Precipitación	31.0	21.0	1.0	0.0	2.0	170.0	344.0	288.0	202.0	75.0	9.0	53.0
Prec.Conf.	11.7	4.7	0.0	0.0	0.0	109.0	230.8	191.6	131.4	42.5	0.0	27.1
Evap.Pot.	95.9	99.4	122.1	132.3	143.9	148.9	151.3	146.2	133.5	124.7	99.2	80.8
Def.Prec.	84.2	94.7	122.1	132.3	143.9	39.9	79.5	45.4	2.1	82.2	99.2	53.7
I A H	0.12	0.05	0.00	0.00	0.00	0.73	1.53	1.31	0.98	0.34	0.00	0.34

Texcoco, Mex.

Temperatura	12.5	14.2	16.4	17.9	19.1	18.4	17.6	17.5	17.3	15.8	13.9	12.7
Precipitación	6.0	7.0	12.0	22.0	60.0	135.0	153.0	150.0	139.0	55.0	20.0	9.0
Prec.Conf.	0.0	0.0	0.0	5.4	32.0	84.5	97.1	95.0	87.3	28.5	4.0	0.0
Evap.Pot.	80.2	86.5	111.8	119.4	131.9	126.4	125.9	121.3	109.9	99.3	79.7	66.1
Def.Prec.	80.2	86.5	111.8	114.0	99.9	41.9	28.8	26.3	22.6	70.8	75.7	66.1
I A H	0.00	0.00	0.00	0.05	0.24	0.67	0.77	0.78	0.79	0.29	0.05	0.00

Tijuana, B.C.N

Temperatura	12.6	13.3	14.1	15.2	16.7	18.4	21.1	21.4	19.6	17.5	15.6	13.0
Precipitación	54.0	57.0	43.0	29.0	20.0	3.0	0.0	2.0	5.0	21.0	18.0	66.0
Prec.Conf.	27.8	29.9	20.1	10.3	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	2.6	36.2
Evap.Pot.	96.5	98.8	120.6	127.0	141.2	144.8	159.4	155.9	136.4	123.1	101.1	82.9
Def.Prec.	68.7	68.9	100.5	116.7	137.2	144.8	159.4	155.9	136.4	118.4	98.5	46.7
I A H	0.29	0.30	0.17	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.44	0.44

Continua

TABLA 1. Continuación

Tuxtla Gutiérrez, Chis.

Temperatura	21.6	23.0	24.7	26.6	27.2	25.9	25.4	25.5	25.1	24.3	22.6	20.7
Precipitación	0.0	1.0	1.0	6.0	75.0	235.0	175.0	155.0	201.0	81.0	4.0	6.0
Prec.Conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	42.5	154.5	112.5	98.5	130.7	46.7	0.0	0.0
Evap.Pot.	100.6	106.9	134.9	144.8	156.9	148.6	149.9	145.0	130.4	120.6	97.9	79.6
Def.Prec.	100.6	106.9	134.9	144.8	114.4	5.9	37.4	46.5	0.3	73.9	97.9	79.6
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	1.04	0.74	0.68	1.00	0.39	0.00	0.00

Uruapan, Mich.

Temperatura	16.0	17.0	19.6	21.5	22.4	21.8	21.1	20.8	20.3	19.7	17.5	16.6
Precipitación	16.0	21.0	7.0	4.0	32.0	273.0	347.0	329.0	406.0	179.0	37.0	31.0
Prec.Conf.	1.2	4.7	0.0	0.0	12.4	181.1	232.9	220.3	274.2	115.3	15.9	11.7
Evap.Pot -	89.6	94.3	122.3	131.8	144.0	138.6	138.7	133.0	119.7	111.1	89.0	74.8
Def.Prec.	88.4	89.6	122.3	131.8	131.6	42.5	94.2	87.3	154.5	4.2	73.1	63.1
I A H	0.01	0.05	0.00	0.00	0.09	1.31	1.68	1.66	2.29	1.04	0.18	0.16

Villahermosa, Tab.

Temperatura	22.2	23.8	24.9	26.8	28.2	28.2	28.0	28.4	27.6	26.7	24.7	22.9
Precipitación	140.0	100.0	46.0	46.0	89.0	204.0	194.0	195.0	272.0	292.0	142.0	181.0
Prec.Conf.	88.0	60.0	22.2	22.2	52.3	132.8	125.8	126.5	180.4	194.4	89.4	116.7
Evap.Pot.	104.1	111.0	137.5	147.4	162.6	158.8	161.4	157.1	140.6	129.7	105.1	86.2
Def.Prec.	16.1	51.0	115.3	125.2	110.3	26.0	35.6	30.6	39.8	64.7	15.7	30.5
I A H	0.85	0.54	0.16	0.15	0.32	0.84	0.78	0.81	1.28	1.50	0.85	1.35

Zacatecas, Zac.

Temperatura	9.3	10.5	12.7	14.9	16.7	16.0	14.1	14.6	13.8	13.1	11.3	10.1
Precipitación	10.0	5.0	2.0	2.0	23.0	52.0	90.0	59.0	76.0	22.0	15.0	11.0
Prec.Conf.	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	26.4	53.0	31.3	43.2	5.4	0.5	0.0
Evap.Pot.	75.0	79.5	103.2	113.2	127.5	121.8	117.1	115.3	102.5	95.1	76.6	63.8
Def.Prec.	75.0	79.5	103.2	113.2	121.4	95.4	64.1	84.0	59.3	89.7	76.1	63.8
I A H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.22	0.45	0.27	0.42	0.06	0.01	0.00

Continúa

Zamora, Mich.

Zamora, Mich.	L a t i t u d					L o n g i t u d				
Temperatura	16.2	17.6	19.7	21.9	23.2	22.6	20.9	20.8	20.3	18.7
Precipitación	16.0	7.0	13.0	7.0	33.0	158.0	181.0	162.0	153.0	56.0
Prec.Conf.	1.2	0.0	0.0	0.0	13.1	100.6	116.7	103.4	97.1	29.2
Evap.Pot	90.8	96.4	123.2	133.9	147.5	142.0	138.6	133.5	121.7	113.6
Def.Prec.	89.6	96.4	123.2	133.9	134.4	41.4	21.9	30.1	24.6	84.4
I A H	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	0.71	0.84	0.77	0.80	0.26
										0.00
										18.7
										14.0
										0.0
										92.6
										76.5
										73.2
										0.04