ESTUDIO PRELIMINAR DE LAS FORMAS DE CLIMA EN LAS ZONAS CALIDAS Y DE SUS RELACIONES CON LA VEGETACION

Guy Perrin de Brichambaut,
(Experto de la F.A.O.)

Muchas y muy diferentes clasificaciones climáticas se han usado para los estudios ecológicos en la región tropical. Todas ellas resultan incompletas, ya que faltan observaciones sobre numerosos factores climáticos muy importantes. Por ello, y porque todavía las observaciones climáticas son insuficientes y muy dispersas en México, no nos será posible por el momento hacer un estudio más amplio. La clasificación adoptada en este estudio tendrá los mismos defectos que otras clasificaciones. Sin embargo, se ha intentado hacer una contribución al estudio de los climas de las zonas cálidas de México debido a que hasta la fecha las clasificaciones usadas en este país parecen demasiado generales y no permiten entrar en comparaciones locales detalladas.

Hay que definir, en primer lugar, lo que debe entenderse por clima tropical y zonas cálidas. Se considera generalmente que un clima tropical tiene diferencias térmicas claras, poco acentuadas en las diversas estaciones del año y que las lluvias están concentradas durante la temporada cálida o verano. Según esta definición, todo el país está sometido a un régimen de lluvia tropical y, además, una gran parte del centro y sur del mismo tiene un clima típicamente tropical. En México se llaman tierras calientes aquellas que tienen un clima tropical cálido, es decir, con temperaturas medias anuales superiores a 22 grados C. Muchas veces cuando se menciona la palabra tropical se tiene la idea de una zona húmeda y cálida; esto es un error porque las zonas tropicales no siempre son cálidas y pueden incluir a veces lugares secos, de un clima árido o semiárido, en los cuales las temperaturas son a menudo más extremas y cálidas que en las partes húmedas.

En México es un poco difícil deslindar con precisión las zonas tropicales cálidas, porque se encuentran muchas formas de transición entre clima tropical y clima templado de tipo continental. En efecto, la zona tropical, siendo principalmente costera, está limitada hacia el interior por sierras más o menos altas con el resultado que dicha zona se

pone en contacto por muchos centenares de kilómetros con las regiones templadas. Para hacer una delimitación aproximada de la zona tropical cálida, se pueden usar criterios climáticos, como temperatura media anual mayor de 22° C., temperatura media del mes más frío superior a 18° C., amplitud térmica, altitud, etc., pero debido a la escasez de datos climáticos, se hace necesario actualmente estudiar la repartición de la vegetación tropical para trazar límites aproximados de las zonas cálidas.

Con el fin de determinar algunos de los matices del clima tropical cálido de México, se han estudiado los principales rasgos de este clima sobre las dos costas y se ha decidido utilizar solamente los datos referentes a temperatura y precipitación, pues faltan observaciones continuadas suficiente número de años acerca de otros factores muy importantes, como evaporación, humedad del aire y nubosidad. A pesar de la importancia que presenta el estudio de las variaciones interanuales de la precipitación (variabilidad de la precipitación), este factor se ha omitido por la misma razón indicada arriba para otros factores del clima.

Después de haber ensayado diferentes combinaciones, agrupando los datos climatológicos mensuales en trimestres, semestres y años y tratando de establecer relaciones entre la cantidad de lluvia, el número de días lluviosos, las temperaturas y la evaporación para cada temporada, se ha estimado que en un estudio preliminar es más conveniente dividir el año en dos semestres y estudiar separadamente los datos climáticos de cada uno de éstos. En México las temperaturas suben desde marzo o abril y se mantienen elevadas hasta octubre, mientras que las lluvias empiezan generalmente en mayo o junio. En consecuencia, para tratar de dar mayor relieve a la estación lluviosa, se ha dividido el año en dos temporadas: de mayo a octubre o temporada de lluvias, y de noviembre a abril, que se considera como temporada seca. Se han tenido en cuenta las precipitaciones medias anuales y las medias de cada una de las temporadas indicadas, así como las temperaturas, a fin de hacer subdivisiones, sobretudo en la parte norte de la región tropical (Tamaulipas, Sinaloa, Sonora).

Todos los datos climáticos se han tomado del estudio del ingeniero Alfonso Contreras Arias titulado "Mapa de las Provincias Climatológicas de la República Mexicana" (2). En el cuadro número 1 se incluyen los datos medios de dos o tres estaciones características de cada región o subregión climática reconocida. En el cuadro 2 se presentan los valores climáticos aproximados que han sido deducidos para cada una de las subregiones. En este cuadro, las nueve columnas incluyen los siguientes datos: zona y altitud, precipitación anual, número de días de

lluvia, precipitación de mayo a octubre, precipitación de noviembre a abril, coeficiente de Aubreville, temperaturas medias de mayo a octubre, temperaturas medias de noviembre a abril y temperaturas medias del mes más frío.

A. Aubreville, eminente especialista de la vegetación y los climas de Africa, ha adoptado un sistema de clasificación de los climas tropicales que se adapta bastante bien a la distribución de los tipos de vegetación (1). Considera que en la zona tropical un mes que tiene una precipitación menor de 30 mm. es esencialmente un mes seco, y un mes con más de 100 mm. es un mes húmedo, durante el cual la vegetación no sufre por falta de agua; los meses que tienen entre 30 y 100 mm. de precipitación se consideran como meses intermediarios. Sobre estas bases, consideradas por el autor mismo como arbitrarias, se puede simbolizar con tres números el régimen de lluvia de una estación. El primer número corresponde al número de meses húmedos; el segundo número representa el número de meses intermediarios, y el tercero, el número de meses secos. A. Aubreville ha utilizado con éxito esta clasificación en Africa, a pesar de que él mismo la considera como insuficiente, ya que no incluye los valores del déficit de saturación, del cual tampoco en esa parte del mundo se tienen datos adecuados. Es del caso mencionar aquí que Swain (9) utilizó en Australia un sistema basado en los mismos principios.

Principales rasgos climáticos de las zonas cálidas.

En lo que sigue, debido a la falta de datos, no se podrá estudiar más que la lluvia, la temperatura y la evaporación, pero esto no debe hacernos pensar que otros factores sean secundarios. En efecto, en las zonas tropicales de altura hay a menudo largos períodos de neblina que son muy importantes para la vegetación, y de los cuales hasta la fecha no existen datos meteorológicos; sobre la Península de Yucatán y la costa del Golfo soplan con cierta frecuencia vientos fuertes, de tipo huracanado, que pueden causar daños a la vegetación y que aumentan mucho la intensidad de la evaporación, etc.

Lluvias y su distribución. — Es bien sabido que la costa del Golfo es más húmeda que la del Pacífico, pero la diferencia más importante entre ambas no consiste tanto en la cantidad de lluvia como en su distribución. En efecto, la zona tropical al norte de Veracruz es menos lluviosa durante la temporada de mayo a octubre que una gran parte de la costa del Pacífico; en cambio, en la temporada de noviembre a abril la primera es casi siempre más lluviosa que la segunda. De manera general se pueden distinguir los climas de las dos costas considerando que en la costa del Pacífico la temporada de lluvias dura de tres a cinco

meses, durante los cuales la precipitación asciende al 95% del total anual, en tanto que en la costa del Golfo dicha temporada es de seis a diez meses.

La cuantía de la precipitación anual aumenta en México en general de norte a sur, oscilando de menos de 600 a 4,000 mm. o más; las lluvias son, por lo común, más abundantes del lado del Golfo que del lado del Pacífico. Estas diferencias aparecen claramente en los cuadros 1 y 2, en los cuales se han dispuesto alternadamente estaciones de ambas costas. Se observa también que en las zonas poco elevadas (de 300 a 800 m. de altitud) las lluvias están generalmente mejor repartidas y son con frecuencia más abundantes que en las zonas bajas. Es claro que cuando se acerca uno al pie de las sierras en Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Campeche, la cantidad de la precipitación aumenta mucho; desgraciadamente, a pesar de su importancia agrícola, existen pocos observatorios meteorológicos en la zona correspondiente de la costa del Pacífico.

Es digno de hacer resaltar dos zonas excepcionales por lo que concierne a las lluvias; una es la del Soconusco y otra una región bastante extensa al sur de Veracruz. Tapachula, en la primera, tiene una precipitación media de 2,500 mm. con 8 meses lluviosos y 4 secos, clima que permite una vegetación más rica y alta que en el resto de la costa del Pacífico. Por otro lado, Soledad de Doblado, en la segunda, tiene un clima diferente del normal en la costa del Golfo; no solamente la lluvia es más escasa (840 mm. anuales) que en otras partes de esta costa, sino que su distribución es más irregular y muy parecida a la de la costa del Pacífico, con una temporada lluviosa de cinco meses y a veces siete meses de sequía; también tiene un clima especial, con muy escasa precipitación, la parte noroeste de la Península de Yucatán.

Temperaturas. — Del cuadro número 2 se pueden deducir algunas consecuencias interesantes. Se nota en primer lugar que hay poca diferencia de temperatura en todas las zonas cálidas durante la temporada de mayo a octubre; las temperaturas medias en esta época varían de 26 a 30° C. Al contrario, durante la temporada de invierno, de noviembre a abril, las temperaturas medias presentan diferencias notables: son de 21.5-24.6° C. en las costas de Jalisco, Nayarit, Colima y Michoacán; de 25 a 28.5° C. en la vertiente del Pacífico de Guerrero, Oaxaca y Chiapas; de 20 a 22.5° C. en el norte del Estado de Veracruz, y de 23 a 25° C. en toda la parte húmeda del sur de Veracruz.

Se puede observar claramente, por otro lado, que las zonas al norte de Tampico y Mazatlán son bastante semejantes entre sí y difieren mucho del resto de la zona tropical, tanto por su aridez como por su conti-

mentalidad. En efecto, se pueden considerar estas dos zonas como de transición con las zonas templadas áridas de clima continental. Tienen inviernos relativamente fríos, con dos a cuatro meses de heladas (excepto sobre una franja muy angosta a lo largo del Pacífico), veranos muy cálidos y oscilaciones térmicas casi siempre superiores a 10° C.

Se nota también que las oscilaciones térmicas decrecen del norte del país, donde son de 10 a 15° C., hacia el sur, en donde el promedio es de 4° C. sobre la costa del Pacífico y de 8° C. en la del Golfo.

Estas amplitudes térmicas tienen su valor mínimo en Tapachula, con 2° C.

Otra deducción interesante es que las temperaturas disminuyen con el aumento de altitud de manera diferente en la vertiente de la costa del Golfo y en la del Pacífico. Por ello la vegetación tropical se extiende generalmente sólo hasta los 900 m. en los declives de la costa del Golfo, mientras llega hasta los 1,300 m. en los declives de la parte seca de la costa del Pacífico, principalmente en las cuencas de los ríos Balsas, Tepalcatepec y Tehuantepec.

Finalmente se puede notar que la parte más cálida de las zonas cálidas se encuentra en los valles interiores bajos y secos de la cuenca del río Balsas.

Evaporación. — A pesar de que las observaciones acerca de la evaporación son muy escasas, recientes y fragmentarias, se ha tratado de encontrar algunas de las relaciones existentes entre temperatura, lluvia y evaporación. De las pocas observaciones disponibles en la Dirección de Geografía y Meteorología, resaltan claramente algunos hechos.

Se puede comprobar, en primer término, que en el interior de las zonas cálidas de México no hay relaciones directas y constantes entre la temperatura media anual y la evaporación anual. Por ejemplo, con una misma temperatura media anual de 26° C., la evaporación aproximada es de 2,800 mm. en Tequisistlán Oax., y de sólo 1,100 mm. en Boca de Cerro, Tab.; la evaporación anual aproximada es de 1,600 a 1,800 mm. en Suchiate, Chis.; Tuxtepec, Oax.; Piaxtla, Pue., y Quito, Jal., en donde las temperaturas medias son, respectivamente, 27, 26, 25 y 21.5° C. Con la reserva de que estos datos no son comparables en absoluto, debe reconocerse que las relaciones entre temperaturas y evaporación son muy variables y cambian mucho según las estaciones. En consecuencia, parece imposible calcular con precisión la evaporación actual o la evapotranspiración potencial basándose solamente en los valores mensuales o anuales de las temperaturas.

Parece, por otro lado, que existen a menudo relaciones inversas entre

precipitación y evaporación anual, es decir, que en la zona tropical cálida cuanto más abundantes y bien repartidas son las lluvias, tanto menos intensa es la evaporación, y viceversa. Por ejemplo, en Boca del Cerro el promedio de la precipitación en cuatro años es de 2,400 mm. y la evaporación de 1,100 mm., mientras que en Tequisistlán la precipitación es de 750 mm. y la evaporación llega hasta 2,700 mm.; en estas dos estaciones, como ya se indicó, la temperatura media anual es la misma.

En las zonas cálidas que se extienden por abajo de los 500 m. de altitud, casi todas las estaciones en donde la evaporación es inferior a 1,800 mm. tienen precipitación superior a 1,300 mm.; en cambio, muchas de las estaciones cuya evaporación supera a los 2,000 mm., tienen precipitación inferior a los 1,000 mm. En las estaciones que se encuentran a mayor altitud de los 500 m. se pueden observar excepciones evidentes a la regla anterior, debido a que la humedad del aire y la temperatura cambian según el relieve e influyen sobre la evaporación y la lluvia de una manera diferente.

Se nota también que en una estación determinada el valor de la evaporación disminuye cuando la lluvia aumenta o cuando la temperatura baja, y viceversa. Pero como las variaciones interanuales de la temperatura y de la lluvia son a menudo inversas, es difícil saber si la evaporación está bajo la influencia determinante de la temperatura o de la lluvia, o de ambos fenómenos a la vez. Sin embargo, es muy probable que exista en cada estación una relación entre la temperatura, la lluvia y la evaporación; esta relación varía seguramente según las estaciones.

Finalmente, parece que a condiciones semejantes de temperatura y lluvia, la evaporación es más intensa en la costa del Pacífico que en la del Golfo. Esto es probablemente debido a que las lluvias están concentradas en 4 ó 5 meses sobre la costa del Pacífico y, en cambio, en la del Golfo duran de 6 a 10 meses; la costa del Golfo está más nublada y tiene aire más húmedo durante temporadas más largas, lo que tiende a reducir la intensidad de la evaporación.

Las observaciones precedentes acerca de la evaporación son evidentemente muy insuficientes e incompletas, y se necesitarían muchísimas más medidas continuadas por número suficiente de años para poder llegar a conclusiones de mayor importancia.

En resumen, de la discusión anterior resulta que la costa del Pacífico es casi siempre más seca que la del Golfo, y ello por tres razones: mayor concentración de las lluvias, mayor sequedad del aire con mayor evaporación y temperaturas de invierno más elevadas.

Relaciones entre clima y formaciones vegetales en las zonas cálidas.

Son muchas las clasificaciones fitogeográficas que han sido relacionadas con las climáticas. En México ha sido adoptado un tipo de clasificación general de las formas de vida vegetales que se aplica a todas las zonas de vegetación y que permite determinar los principales tipos de ésta y su repartición.

El doctor Faustino Miranda, botanista y ecólogo del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México, ha establecido y desarrollado una clasificación de las formas de vida vegetales que se aplica perfectamente bien al análisis de la vegetación tropical de México, acerca de la cual el autor ha hecho numerosas observaciones. Miranda se ha basado en la fisonomía de la vegetación y principalmente en la riqueza en especies, altura de los árboles, tipo de follaje y presencia de características de adaptación a la sequía (6,7). Se puede recordar en forma breve que este autor considera que en la zona tropical las formaciones arboladas son "selvas", es decir, formaciones caracterizadas por la presencia de numerosas especies de árboles y arbustos altos que viven en conjunto y por la abundancia de epifitos y lianas. Estas selvas, por la duración de las hojas, comprenden dos tipos principales extremos: selvas perennifolias y selvas deciduas, con intermedios de selvas subperennifolias y subdeciduas. Por la altura de los árboles hay tres tipos de selvas: selvas altas, con árboles altos de más de 30 m.; selvas medianas, de 30 a 15 m., y selvas bajas, de menos de 15 a 4 m.; las formaciones de altura inferior a 4 m. son consideradas como matorrales. La presencia de caracteres de adaptación a la sequía como presencia de espinas o succulencia de tallos u hojas se toman también en cuenta para caracterizar tipos de vegetación.

Miranda ha utilizado la clasificación de Koeppen (3) para tratar de definir los climas correspondientes a las diversas zonas de vegetación. Sin embargo, es de notar que a veces en una sola división climática de Koeppen pueden coexistir diversos tipos de vegetación. El ingeniero Contreras Arias (2) ha utilizado con el mismo fin la clasificación de Thornthwaite (10); en las zonas cálidas, sin embargo, parece que esta clasificación con respecto a las zonas de vegetación no puede ser muy precisa porque no tiene en cuenta la humedad del aire y su déficit de saturación, ya que el cálculo de la evapotranspiración potencial está basado principalmente en los valores de las temperaturas, las cuales, como ya se indicó, no presentan en las zonas cálidas relaciones estrechas con la evaporación.

Después de diversas tentativas para relacionar la vegetación con los datos climáticos disponibles en las zonas cálidas de México, hemos comprobado que es el carácter de la distribución de las lluvias el que parece tener mayores correlaciones con la repartición de las formaciones vegetales climáticas previamente descritas y localizadas por Miranda. A continuación se señalarán algunas de las características climáticas que corresponden a cada uno de los tipos de selvas climáticas descritas por este autor.

La **selva alta perennifolia** se encuentra en clima muy húmedo o húmedo con lluvias durante casi todo el año y 20 a 30% o más de la precipitación anual en el período de noviembre a abril; se presenta este tipo de selva cuando hay de 6 a 12 meses húmedos o 0 a 1 (raramente 2) meses secos. Según la clasificación de Aubreville, los coeficientes siguientes corresponden a la presencia de la selva perennifolia en México: 6-6-0, 6-5-1, 8-4-0, 9-3-0, 10-1-1, etc. En esta clase de clima la humedad del aire es generalmente muy elevada todo el año y la nubosidad bastante frecuente; la evaporación parece ser poco intensa. Además, según Miranda, la selva alta perennifolia existe también en Tapachula, que tiene un coeficiente 6-3-3. Esta excepción podría explicarse teniendo en cuenta que las lluvias son muy abundantes en esta zona, que los suelos son profundos y conservan bien el agua y que las selvas pueden aprovechar aguas subterráneas de dos ríos importantes de la región. Se observa este tipo de selva en Chiapas, Tabasco, Veracruz, etc.

La **selva alta o mediana subperennifolia** incluye solamente una pequeña proporción de árboles deciduos. Se presenta bajo un clima que tiene un período de sequía un poco más largo que la selva perennifolia típica, con ligero déficit de humedad durante la temporada invernal; del 20 al 30% de las lluvias caen en invierno, pero el clima presenta 2 a 3 meses secos y 5 a 6 meses húmedos. La humedad es elevada durante toda la temporada de lluvias, pero baja algo en los meses de sequía. Los coeficientes de Aubreville para este tipo de selva serían los siguientes: 5-4-3, 6-3-3, 6-4-2, etc. Según Miranda, este tipo de selva se encuentra en Chetumal, Q. R.

La **selva alta o mediana subdecidua** se encuentra generalmente en clima húmedo o semihúmedo (1,000-1,200 a 1,600 mm. de precipitación anual), que presenta un período seco bien marcado, por lo común de 6 a 7 meses, al que corresponde probablemente una temporada de déficit de saturación importante; por lo común más del 95% de las lluvias caen entre mayo y octubre. Estas zonas tienen 5 a 6 meses secos y una temporada lluviosa de 5 a 6 meses; los coeficientes de Aubreville que les corresponden son: 5-1-6, 6-2-5, 6-0-6, etc. Se presenta esta cla-

se de selva principalmente sobre la costa del Pacífico central y sur, como en Puerto Vallarta y Acapulco.

La **selva baja decidua inerm**e, que incluye asociaciones del tipo del cuajotal (4), está constituida, según Miranda, por árboles típicamente deciduos que permanecen sin follaje durante muchos meses (6 a 8) del año. Se encuentra con muchas variantes, que incluyen o no suculentas, en climas semihúmedos o semisecos con lluvias de 700 a 1,000 mm. (a veces hasta 1,200 mm.) anuales, con una temporada seca invernal de 6 a 7 meses y déficit de saturación importante durante gran parte del año; 95% o más del total anual de lluvia cae de mayo a octubre. Esta clase de selva se presenta comúnmente cuando el coeficiente es 4-2-6, aunque las temperaturas medias sean muy variables. Cubre esta selva grandes extensiones en la región de Tehuantepec, cuenca del Balsas (en donde puede ascender hasta los 1,600 m. de altitud), Colima, etc. (Véase Miranda, 4).

La **selva baja decidua espinosa**, generalmente de tipo abierto, se encuentra en clima más seco que el precedentemente descrito, con a lo menos 7 a 8 meses secos o relativamente secos y una temporada lluviosa que puede durar de 2 a 4 meses. Los climas correspondientes son los más cálidos de México y los lugares en donde la evaporación es más intensa, casi siempre más de 2,500 mm. al año. Los coeficientes correspondientes son muy variables, en general, con menos de 4 meses húmedos en el norte del país y 4 meses húmedos en el centro y sur. En las zonas cálidas de las cuencas interiores el coeficiente 4-1-7 es el más común, aunque en el norte pueden encontrarse 2-6-3, 3-3-6, etc. La selva baja decidua espinosa se encuentra, según Miranda (5, 8), limitando (o rodeada) por la selva baja decidua inerm en las cuencas bajas de los ríos Tepalcatepec y Balsas, cuenca alta del Papaloapan, parte de la cuenca del Tehuantepec, norte de Yucatán (Progreso), etc.

Todos estos tipos de selvas tropicales presentan subtipos o variaciones que dependen de condiciones locales o de la acción del hombre. Cuando se presentan condiciones ecológicas especiales no se pueden distinguir las formaciones vegetales utilizando coeficientes climáticos, pues éstas dependen también de condiciones extraclimáticas. Por ejemplo, la presencia en el suelo de un manto de agua subterránea a profundidad adecuada permite el establecimiento de una vegetación de tipo más húmedo que la que correspondería al clima del lugar. Además, la capacidad de retención del agua por el suelo y subsuelo, así como la profundidad del primero son factores que pueden influir sobre la repartición de la vegetación, al igual que el tipo de suelo: arenoso, calizo, arcilloso, etc.

Por otro lado, cuando se estudian solamente los valores de lluvias y temperaturas para hacer las clasificaciones climáticas, no se toman en consideración factores tan importantes como la humedad del aire y los vientos que, localmente a lo menos, pueden determinar condiciones ecológicas más secas o más húmedas, como en el caso en el Istmo de Tehuantepec, en zonas bajas del norte de México y en valles **interiores** cálidos. Como el rocío y la niebla no son datos generalmente incluidos en las observaciones meteorológicas, aunque son factores importantes para la vegetación, hay lugares que presentan cierta incidencia de dichos factores, en los cuales se pueden encontrar formaciones vegetales correspondientes a climas más húmedos que lo previsto por las tablas climáticas. En México este caso se presenta sobre todo en los declives de las sierras costeras.

A cada una de las formaciones climáticas corresponden formaciones de degradación, llamadas formaciones secundarias o inducidas. Por ejemplo, a la selva alta perennifolia pueden corresponder selvas medianas o bajas (acahuales) perennifolias, palmares y praderas (6). No es necesario insistir aquí sobre este particular, que puede estudiarse en las publicaciones al respecto, principalmente en los estudios ya mencionados de Miranda. Se indicará solamente que las selvas bajas deciduas han dado paso a formaciones de degradación muy extensas y variadas en México, pues dichas selvas han sido muy alteradas por el fuego, el cultivo y el pastoreo; en consecuencia, es difícil encontrar en la actualidad las agrupaciones climax de esta clase de selva. En lugar de éstas se ha establecido, por lo común, un matorral deciduo, raramente perennifolio, inerme o espinoso, de aproximadamente 3 a 4 m. de alto, con arbustos o arbolitos de copa más o menos aplanada, especies suculentas y diversas gramíneas. En otros lugares se encuentran tipos de matorrales todavía más degradados, con arbolitos o arbustos dispersos y un estrato denso de gramíneas de tipo rastrero o amacollado y de altura baja o mediana que pueden cubrir hasta 100% del suelo. En la última fase de la degradación de la selva quedan sólo gramíneas bajas con algunos arbustos muy dispersos; esta formación se parece mucho a una estepa arbustiva.

Las **sabanas** representan un caso muy especial. Según Miranda, las sabanas edáficas se encuentran en climas húmedos y semihúmedos, sobre todo en suelos planos de escaso declive, mal drenados, que se anegan en la época de lluvias y se secan en la de sequía. Se admite que estas sabanas son de origen edáfico, es decir, que corresponden a suelos y subsuelos que no permiten el desarrollo de árboles de la selva, a pesar de que el clima favorece el tipo de vegetación arbolada. Pero el problema del origen de las sabanas sigue siendo muy discutido, espe-

cialmente en Africa, donde Aubreville piensa que casi todas las sabanas son formaciones secundarias, siendo las de origen edáfico muy reducidas. En un estudio acerca de la vegetación de Chiapas, Miranda (6) señala también que las sabanas se extienden en partes de ese Estado a expensas de las selvas deciduas, de los encinares y pinares. Sería necesario investigar más el problema del origen de las sabanas; en efecto, en la zona húmeda de México en donde se encuentran sabanas los agricultores mayas han venido cultivando durante siglos y probablemente han alterado bastante la vegetación original. Es posible que los cultivos repetidos en la misma región hayan inducido la transformación del suelo, su empobrecimiento y la formación de suelos de tipo latérrico; quizá después del abandono de estos terrenos, solamente las gramineas hayan podido establecerse y las sabanas herbáceas hayan tomado el lugar de las selvas. Actualmente estas sabanas deben haberse estabilizado, pasando de formaciones secundarias a formaciones climáticas debido a la transformación de los suelos. Con esta hipótesis se podría explicar parcialmente la extensión de las sabanas y la presencia de algunos árboles grandes en éstas. Los estudios botánicos y edáficos permitirán probablemente esclarecer el origen de las sabanas, comparando los suelos y la vegetación herbácea de las selvas cercanas y de las sabanas. Con referencia a las sabanas de las zonas semiáridas casi todos los autores están de acuerdo en que son en gran parte el resultado de la acción del fuego y de los cultivos.

Se encuentran otras formaciones vegetales en las zonas cálidas de México, pero según F. Miranda y A. Aubreville, la vegetación climática en los climas tropicales que presentan humedad suficiente es siempre una formación forestal constituida por árboles y arbustos bastante próximos para cubrir completamente el suelo. En consecuencia, las formaciones de otra clase que se presentan en esas zonas son o secundarias o de origen edáfico. Ya se han mencionado las formaciones secundarias que reemplazan a la selva baja decidua y las sabanas que son a veces formaciones edáficas. Existen también otras formaciones, como praderas, pastizales o vegetación de lugares pantanosos, que son realmente formaciones edáficas adaptadas a suelos arcillosos en sumo grado o inundados gran parte del año. Alcanzan su mayor desarrollo estas formaciones en el sur de Veracruz y en Tabasco.

CUADRO No. 1

Estado y Estación.	Promedio de lluvias				Coef. de ville Aubre-	Temperaturas		medias Mes más frío	
	Año	No. de días	Mayo- Oct.	Nov.- Abril		Mayo- Oct.	Nov.- Abril		
▣ Culiacán, Sin.	605	53	515	90	3-3-6	27,7	21,1	19,2	heladas
▣ Novojoa, Sin.	396	39	303	93	1-4-7	39,9	20,7	17,9	heladas
● V. Méndez, Tamps.	610	37	369	241	2-6-4	28,4	19,4	15,1	heladas
● Ciudad Victoria	902	70	725	177	5-4-3	26,3	19,1	15,7	heladas
▣ San Blas, Nay.	1462	68	1391	71	5-0-7	26,5	21,5	20,9	
▣ Colima, Col.	876	80	797	79	4-2-7	25,8	23,4	22,4	
● Tampico, Tamps.	1252	104	1056	196	5-4-3	27,3	21,2	18,8	
● Tecolutla, Ver.	1531	79	1179	352	5-6-1	25	21	19,4	
▣ Acapulco, Gro.	1503	65	1451	52	5-1-6	28	27,3	26,4	
▣ Tapachula, Chis.	2488	155	2272	216	6-3-3	25,6	25,8	25,2	
● Coatzacoaleos, Ver.	2884	144	2013	871	8-4-0	26,7	23,3	21,8	
● Villahermosa, Tab.	1919	126	1048	871	9-3-0	27,8	24,2	22,2	
● Palenque, Chis.	3181	127	2199	982	10-1-1	27,8	25	21,7	
● Campeche, Camp.	892	92	778	114	4-4-4	27,1	24,3	22,6	
● Mérida, Yuc.	914	96	759	155	5-4-3	27,3	24,5	22,9	
● Cozumel, Q. R.	1505	105	1073	432	6-6-0	26,8	24	23	
▣ Apatzingán, Mich.	714	44	687	37	3-2-7	29,3	27,1	25,3	
▣ Iguala, Mor.	1115	92	1080	35	4-2-6	28	26,2	24,4	
▣ Piaxtla, Pue.	718	53	690	28	4-2-6	25,1	23,3	21,4	
● Soledad Doblado	844	47	795	49	5-0-7	28,2	24,4	22,2	
● Tierra Blanca, Ver.	1526	81	1388	138	5-2-5	27,9	24,5	22,1	

▣ Vertiente del Pacífico.

● Vertiente del Golfo.

México, D. F., abril de 1958.

CUADRO No. 2

R E G I O N	Promedio	aproximado	de las lluvias: mm.		Coef. Aubre-ville	Promedio de Temperaturas, ° C.		
	Anuales	No. de días	Mayo Octubre	Noviembre-Abril		Mayo-Oct.	Nov-Abril.	Mes frío
Costa del Pacífico								
Zona norte (Sin, B. C.)	250-800	20-60	250-650	40-110	2-3-7	27-31	20.5-22	17 -19.5
Costa del Golfo								
Zona norte (Tamps., S.L.P.)	400-1100	30-70	300-800	120-240	Variable	26-29	18.5-20	14 -17
Costa del Pacífico					4-2-6			
Nay, Jal. Col. Mich.	850-1450	45-85	800-1400	60-100	5-1-6	26-28.5	21.5-24.5	21 -23.5
Costa del Golfo					5-5-2			
Vertiente norte	1150-2000	70-130	950-1400	200-450	5-6-1	26-28	20 -22.5	17 -21
Costa del Pacífico								
Gro. Oax. Chis. (Tapachula)	900-1500	40-85	850-1400	28-80	5-1-6	26-30	25 -28.5	24.5-28
Costa del Golfo					6-5-1			
Tab. Ver. Chis.	2000-4000	110-150	1000-2200	500-1600	10-1-1	26-28	23 -25	20 -23
Yucatán					0-7-5			
	500-1500	50-105	350-1050	120-450	6-6-0	26-27.5	23 -24.5	22.5-23
Menos de 800 metros.					4-1-7			
Costa del Pacífico	700-1100	40-80	600-1000	30-40	3-2-7	28-30	26 -28.5	25 -27
Valles interiores.								
De 800 a 1,300 metros.								
Costa del Pacífico	750-1200	65-100	700-1150	30-55	4-2-6	21-25	20 -23	19 -21
Valles interiores.								
Costa del Golfo sur					5-0-7			
Veracruz (Soledad)	850-1500	50-80	800-1400	50-150	5-2-5	28-28.5	24 -25	22 -22.5
Gosta del Golfo. Zonas húmedas de declive.					6-6-0			
	2000-3000	100-170	1800-2200	Más de 300	7-5-0	22-24	18 -20	15 -19

R E F E R E N C I A S

- 1.—AUBREVILLE, A.—Climats forets et desertification de l'Afrique tropicale Societé d'editions Géographiques, Maritimes et Coloniales. 1949.
- 2.—CONTRERAS ARIAS, A.—Mapa de las provincias climatológicas de la República Mexicana. Instituto Geográfico. Julio de 1942.
- 3.—KOPPEN, W.—Climatología. Fondo de Cultura Económica. México.
- 4.—MIRANDA, F.—Rasgos de la vegetación en la cuenca del Río de las Balsas. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 8, 1947; 95-114.
- 5.—MIRANDA, F.—Datos sobre la vegetación en la cuenca alta del Papaloapan. An. Inst. Biol. Méx. 19, 1948. 333-364.
- 6.—MIRANDA, F.—La Vegetación de Chiapas. 2 partes. Ediciones del Gobierno del Estado, 1952-53.
- 7.—MIRANDA, F.—Formas de vida vegetales y el problema de la delimitación de las zonas áridas de México. Mesas redondas, problemas de las zonas áridas de México. Inst. Mex. Rec. Nat. Ren. 1955: 85-109.
- 8.—MIRANDA, F.—Vegetación de Yucatán. Estudio sobre la península de Yucatán, publicado por el Inst. Mex. Rec. Nat. Ren. (En preparación).
- 9.—SWAIN.—Climatic index E.H.P. Forestry Commission N.S.W. Australia, 1938.
- 10.—THORNTHWAITHE, C. W.—An approach towards a rational classification of climate. Geographical Review. XXXVIII, 1948. No. I.

Datos archivados por la Dirección de Geografía y Meteorología, Avenida del Observatorio, México, D. F.