

Las investigaciones científicas acerca del clima de Cuba se han desarrollado fundamentalmente a partir de 1965, fecha de instalación de una moderna red de estaciones meteorológicas que hoy cuenta con más de veinte años de observaciones. Sin embargo, se conocen antecedentes desde el siglo XIX, cuando comenzaron a efectuarse registros instrumentales y estudios climáticos de gran valor realizados por A. Humboldt, R. de la Sagra, A. Poey, E. Pichardo, B. Viñas, E. J. Foscue, S. Massip, S. E. Ysalgué, F. F. Davitaya y otros científicos, que marcaron el camino teórico de las investigaciones actuales. La organización de las investigaciones y el control de las redes funciona bajo la dirección científica de la Academia de Ciencias de Cuba (ACC), mediante los Institutos de Meteorología y Geografía. El control de la pluviometría y las investigaciones del régimen de humedecimiento se efectúan bajo la dirección del Instituto de Hidroeconomía. Estas instituciones han contado con el apoyo sistemático de especialistas de la comunidad socialista y de la Organización Meteorológica Mundial.

Las oficinas territoriales del Instituto de Meteorología y otras instituciones científicas del la ACC, de los Ministerios de Agricultura y Azúcar y de los distintos centros universitarios toman parte activa en las investigaciones climatológicas tanto a nivel local como nacional, de modo que el desarrollo científico-técnico no se polariza en centros nacionales.

El actual potencial científico, formado en su mayoría con posterioridad al triunfo de la Revolución, ha unido sus esfuerzos para presentar en esta obra una sección en la que se analizan: la posición climatológica de Cuba, a nivel global y en el área del Caribe; los factores formadores del clima; los regímenes de circulación, térmico y de humedecimiento, además de un grupo de mapas sintéticos y aplicados que se realizan por primera vez en el ámbito nacional.

El Archipiélago Cubano ocupa una posición climatológica clave dentro del sistema de arcos Caribe-Antillanos. El análisis del clima, según la clasificación de Köeppen, muestra como característica más notable en el área un predominio de condiciones tropicales marítimas y la distribución estacional de las lluvias, las cuales influyen de manera decisiva en la formación del clima de la región. Sobre la base de un análisis dinámico (Alisov) se distinguen dos subregiones:

Caribe Occidental: con vientos estacionales y calmas e influencia continental en invierno.

Caribe Oriental: caracterizado por alisios relativamente lluviosos, con gran diferenciación en el humedecimiento entre las vertientes de barlovento y sotavento y existencia de pequeñas franjas semidesérticas en las costas meridionales de las Antillas Mayores.

A la subregión del Caribe Occidental pertenecen el centro y el occidente de Cuba, el sur de la Península de la Florida y la Península de Yucatán. En estos territorios el clima predominante es de sabanas tropicales (Aw), en el cual la influencia estacional de las masas de aire árticas y polares continentales es marcada en el invierno.

Las Antillas Menores, Puerto Rico, La Española, Jamaica y la parte oriental de Cuba conforman el Caribe Oriental. En esta subregión se manifiesta el predominio del flujo de los alisios en la periferia suroccidental del anticiclón del Atlántico que determina áreas muy lluviosas de bosque tropical (AF) alternantes con franjas semidesérticas (BS) en las laderas de sotavento. Esta alternancia, resultado de la interacción entre la circulación regional de las masas de aire marítimas húmedas y el relieve, tiene lugar principalmente en las Antillas Mayores, como un sistema de franjas casi continuas desde Quantánamo-Maisí (Cuba), Gonaives (Haití), zona de Kingston (Jamaica), Enriquillo (República Dominicana), hasta Ponce (Puerto Rico), sólo interrumpidas por espacios marítimos. La frontera entre estas subregiones pasa sobre Cuba, por lo que el estudio de su clima reviste importancia teórica a nivel regional.

En la formación de las características tropicales del clima de Cuba es determinante la cantidad de radiación solar que incide sobre su superficie. La marcha anual de la radiación solar muestra máximos en abril y julio con valores del orden de los 20 MJ.m<sup>−2</sup> y mínimos en diciembre y enero con valores inferiores a los 12 MJ.m<sup>−2</sup>. El régimen de radiación solar presenta variaciones espaciales relacionadas fundamentalmente con factores orográficos, por lo que se encuentran máximos

en las zonas costeras con promedios diarios anuales superiores a los 16,6 MJ.m<sup>−2</sup> y mínimos en las zonas de las alturas y montañas inferiores a los 15,6 MJ.m<sup>−2</sup>. La insolación alcanza una suma anual, de 2.900 horas-luz en las costas, mientras que en las montañas adquiere valores inferiores a los 2.500.

La ubicación de la Isla en la frontera entre las zonas de circulación tropical y la extratropical determina estacionalmente las características del régimen de la circulación atmosférica sobre el territorio. En esta región fronteriza la distribución vertical del flujo zonal tiene particularidades fundamentales: predominan las corrientes del Este en los niveles bajos de la troposfera, mientras que en niveles medios y altos son predominantes las corrientes del Oeste.

En invierno el límite de la zona tropical en el sector del Atlántico Occidental se halla próxima a los 28 grados de latitud Norte. En este período la variabilidad meteorológica se hace notable lo que se manifiesta en cambios bruscos en el tiempo diario, asociados con zonas frontales y centrales de bajas presiones extratropicales.

Durante el verano la variabilidad del tiempo está asociada fundamentalmente a disturbios propios de la zona de circulación tropical, como perturbaciones ondulatorias del flujo del Este y ciclones.

Entre las particularidades de la formación del clima cubano tenemos la ocurrencia de importantes eventos meteorológicos como los huracanes, frentes fríos y sures, que afectan con mayor frecuencia la mitad occidental del país.

En el campo térmico las variaciones más notables están asociadas a la zonalidad altitudinal. Encontramos así que, en el régimen anual, las llanuras poseen temperaturas del orden de los 24 grados celsius (°C) y en las costas de la región oriental son superiores a los 26 °C. En los tres sistemas montañosos se produce una disminución gradual de la temperatura del aire, que en la Sierra Maestra resulta inferior a los 20 °C. La regularidad espacial de este elemento se hace más notable en el mes de julio, cuando predomina el rango de 26 a 28 °C en todo el territorio, con excepción de las llanuras costeras, que poseen valores promedios superiores, en tanto que las alturas y montañas presentan promedios inferiores a los 26 °C. En enero hay un comportamiento diferencial entre la región centro-occidental, con temperaturas medias que fluctúan entre 20 y 22 °C, y la oriental, donde oscilan entre 22 y 24 °C, excepto en las montañas, donde están por debajo de los 20 °C.

Una de las principales características de la temperatura del aire consiste en que su variación media diaria supera significativamente a la anual; por tanto, resulta de interés el análisis del comportamiento diario de las temperaturas máximas y mínimas que manifiesta con claridad la zonalidad altitudinal del régimen térmico, diferenciándose tres tipos de territorios: de llanuras costeras, caracterizadas por el predominio de los rangos de temperaturas mínimas y máximas diarias de 20 a 25 °C y 25 a 35 °C, respectivamente, de llanuras interiores, en las que los rangos predominantes son de 15 a 25 °C y 30 a 35 °C; de alturas y montañas, donde los intervalos más frecuentes son los de 15 a 20 °C y 20 a 30 °C, para las mínimas y máximas en ese orden.

El paso de las temperaturas medias diarias por debajo de 25 °C tiene un significado bioclimatológico que se relaciona con el establecimiento del periodo invernal. Según este criterio se ha determinado la tercera decena de noviembre como la fecha más frecuente de inicio de este período, que dura unos 150 días. En estas condiciones es también interesante considerar las temperaturas extremas (máximas y mínimas), así como sus probabilidades de ocurrencia. Las mínimas más bajas (inferiores a 2 °C para el 5 por 100 de probabilidad) se relacionan con la llegada de masas de aire frío ártico o polar continental, y se registran los mínimos absolutos en el interior de las provincias de La Habana y Matanzas; ello se debe, entre otros factores de carácter local, a la proximidad de la Península de la Florida, que atenúa la influencia marítima sobre las masas de aire que cruzan sobre ésta en dirección a Cuba.

Los máximos extremos de la temperatura del aire (superior a 38 °C para el 5 por 100 de probabilidad) ocurren en áreas de la costa sur y en el interior de la isla y se relacionan con días soleados de calma, la presencia de masas de aires ecuatoriales y la propia exposición de esos territorios.

Los campos de presión y vientos varían a través del año, resultando típicas las características de enero y julio, meses contrastantes en relación a la circulación

atmosférica. En general se registran velocidades medias relativamente más altas en las costas, y en todo el territorio las direcciones prevalecientes son del primer cuadrante. En enero el campo de presión posee valores más altos (predominan aquellos superiores a los 1.017 hPa) y un gradiente más acentuado.

Las velocidades máximas anuales del viento se asocian al paso de sistemas frontales, centros de bajas presiones extratropicales, tormentas locales y disturbios de carácter tropical como perturbaciones ciclónicas y huracanes. Estos últimos, aunque menos frecuentes, son los responsables de los valores máximos registrados. Las velocidades máximas del viento (rachas) calculadas para una probabilidad del 5 por 100 son de 45,8 y 34,2 m.seg<sup>−1</sup> (límites inferiores) para las regiones Occidental y Centro-Oriental, respectivamente.

En estas condiciones insulares resulta de mucho interés el régimen local de los vientos, caracterizado por la presencia del cinturón central convectivo y la influencia costera de las brisas. La orografía es el factor de transformación más importante del régimen normal de vientos locales, que es del primer cuadrante en la costa norte y del segundo en la sur.

Es interesante que en la costa norte la influencia local de la brisa se suma al alisio y ambos se refuerzan, lo que provoca una penetración mayor en esa costa. En ocasiones esto conduce a la inhibición de la brisa en la costa sur, y como consecuencia, a la ausencia del referido cinturón central convectivo.

La humedad relativa del aire alcanza sus valores extremos en las primeras horas de la mañana y de la tarde. Se puede apreciar que a las 07:00 hs los máximos (mayores de 95 por 100) se ubican en el interior de la isla y las zonas montañosas. A las 13:00 hs esta situación se invierte y aparecen los mínimos en el interior y en la costa sur de la región oriental (inferiores al 60 por 100).

Las precipitaciones atmosféricas, comparadas con otros elementos del clima, son las que experimentan mayores cambios en el tiempo y el espacio; por ello, en la diferenciación del paisaje del territorio cubano desempeña un papel fundamental.

Las causas en la temporalidad e irregularidad de ocurrencia de las precipitaciones se deben, en primer término, a que las distintas regiones del territorio nacional experimentan diferentes influencias de los procesos atmosféricos, condicionados por el sistema general de circulación; en segundo término los contrastes de relieve y altura influyen notablemente sobre los procesos de formación e intensidad de las precipitaciones; en tercer término, se considera el calentamiento irregular de la superficie de la tierra y de las aguas costeras.

El mecanismo de la ciclicidad de la lluvia (períodos de abundancia y de déficit) está relacionado con la influencia de la circulación atmosférica, el carácter de la superficie terrestre y las aguas marinas. Cuando hay centros de bajas presiones sobre el área, con frecuencia ocurren abundantes lluvias, que se distribuyen en campos o franjas. La disminución de las precipitaciones se relaciona principalmente con la presencia de zonas de altas presiones, es decir, cuando en la troposfera se observa una activa anticiclógenesis.

La precipitación media anual es de 1.375 mm, con dos periodos bien definidos en la mayor parte de nuestro territorio: el lluvioso (mayo-octubre), en el que se registra el 80 por 100 de los totales anuales, y el seco (noviembre-abril), con el 20 por 100. Solamente en las zonas montañosas de Sagua-Baracoa esta distribución porcentual se altera, observándose una distribución equivalente en ambos periodos; ello se debe a la influencia de la orografía y otros factores de la circulación atmosférica. La estabilidad relativa del régimen de lluvias se refleja en las fluctuaciones temporales de sus coeficientes de variación, que muestran los más altos valores durante el periodo seco de 0,34 a 0,36. Durante el periodo lluvioso el comportamiento es más estable, tomando valores de 0,24 a 0,28.

El inicio de la temporada lluviosa no es simultáneo en todo el territorio nacional. La fecha de inicio más probable se ubica en la primera o segunda decena de mayo, aunque, hacia las zonas interiores, el comienzo más frecuente ocurre en la segunda o tercera de abril. La duración media del periodo lluvioso es de 140 a 180 días, excepto en las costas de la región oriental, donde es inferior a 100.

Las precipitaciones máximas diarias se relacionan en lo fundamental con el paso de perturbaciones ciclónicas y otros centros de bajas presiones. El análisis de la distribución de estas láminas en 24 horas para el 1 por 100 de probabilidad muestra

valores de 350 a 450 mm; sin embargo, en ocasiones dicha lámina se sobrepasa. Ejemplo de ello son el huracán «Flora» (1963), los ciclones «Frederick» (1979) y «Alberto» (1982), así como la onda tropical de junio de 1982, los cuales superaron los valores del 1 por 100 de probabilidad.

La evaporación desde la superficie libre del agua, medida en tanques evaporímetros clase «A», muestra los más altos valores (2.300 mm) en las zonas costeras y el interior del valle del río Cauto. La evaporación disminuye con el ascenso a las montañas, y se ha registrado su mínimo, 1.200 mm, en la Gran Piedra, a 1.092 m de altitud.

El clima, además de constituir uno de los principales componentes del paisaje físico-geográfico, influye de forma favorable o no en numerosas actividades socioeconómicas. Esta influencia, en primer lugar, se caracteriza por su carácter complejo, dado por la simultaneidad de la acción de los diferentes elementos climáticos. Las investigaciones desarrolladas en tal sentido significan un aporte valioso en la zona tropical. Esto tiene aplicación particular en la agricultura, el turismo y, en general, en las condiciones de vida de la población.

El cultivo de la caña de azúcar es la base del principal renglón industrial de exportación cubana. El rendimiento agrícola de este cultivo se encuentra relacionado con diferentes factores, entre los que podemos citar las condiciones climáticas y las precipitaciones; el análisis de éstas como elemento potencial del rendimiento, evidencia que casi todo el territorio nacional presenta condiciones muy favorables para su desarrollo; sin embargo, es explicable que en presencia de limitaciones edáficas o de otro tipo no sea posible la producción incluso en áreas óptimas desde el punto de vista climático.

Otros problemas cardinales de la sociedad, como son los asentamientos y la salud, encuentran en las investigaciones bioclimáticas una respuesta adecuadamente fundamentada. El comportamiento contrastante de las sensaciones de calor sofocante y de bienestar en el transcurso de su marcha diaria y anual es de importancia bioclimatológica. De acuerdo al análisis de la distribución espacio-temporal de estas condiciones se definen cuatro tipos de territorios: son los predominantes aquellos que abarcan las zonas llanas y onduladas del litoral y el interior de la Isla, en éstos se presentan sensaciones de calor sofocante, que como promedio anual son débiles o moderadas, y llegan a ser fuertes durante el verano, principalmente en horas del mediodía, tarde y primeras de la noche; los días con predominio de condiciones confortables son aproximadamente el 40 por 100, agrupados en el periodo de noviembre a abril.

Como expresión de síntesis se elaboró la regionalización climática basada en una nueva concepción que brinda al régimen de humedecimiento el papel fundamental como reflejo objetivo del clima tropical; por ello la regionalización climática tiene importancia desde los puntos de vista teórico y práctico; es de gran interés para la consideración y el manejo del paisaje, así como para una adecuada planificación de las actividades del hombre en diferentes unidades territoriales.

Partiendo de un análisis tipológico del clima, basado en una integración de sus principales elementos, entre los cuales las precipitaciones juegan el rol fundamental, el Archipiélago Cubano se divide en tres tipos de territorios:

— Montañosos, con humedecimiento alto y estable, baja evaporación y temperaturas frescas.

— Llanuras interiores, con humedecimiento estacional relativamente estable, alta evaporación y temperaturas cálidas.

— Llanuras costeras y cayos, con humedecimiento insuficiente, muy alta evaporación y temperaturas muy cálidas.

Estos territorios se diferencian internamente en subtipos caracterizados según intervalos cuantitativos que adquieren los indicadores climatológicos analizados. El análisis de los recursos climáticos se brinda al nivel provincial mediante cartodiagramas que tienen en cuenta los principales elementos climáticos y su distribución en el territorio.

El desarrollo de la climatología en Cuba se manifiesta en múltiples direcciones que convergen en un objetivo primordial: coadyuvar al avance armónico de las fuerzas productivas en la etapa de la construcción del socialismo.