

CLIMA Y ZONAS BIOCLIMÁTICAS

© Francisco Javier Valera Bernal

CLIMATOLOGÍA Y NOCIÓN DE CLIMA

La climatología puede definirse como "la ciencia que se ocupa del estudio de la distribución de los climas sobre la superficie terrestre y de sus relaciones con los demás componentes del medio geográfico" (Pita, 1997)¹. Esta definición no es esclarecedora si no se explicita a la vez la propia noción de CLIMA. Entre la infinidad de definiciones del concepto de clima, las más conocidas y usadas son: la de Julius Hann (1882), verdadero pionero de la climatología -Climatología analítica, que publicó un famoso "Tratado de Climatología" en tres tomos, en el primero de los cuales definió el clima como "el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto cualquiera de la superficie terrestre". Esta definición fue divulgada por E. de Martonne. La de Max Sorre (1934), que denomina clima a "la serie de los estados de la atmósfera por encima de un lugar en su sucesión habitual. Es, pues, la serie de los tipos de tiempo", apoyando así el estudio de la climatología dinámica. O la de Gibbs², que utiliza el término clima para indicar "la probabilidad estadística de ocurrencia de los distintos estados de la atmósfera (presión, humedad, temperatura, viento, etc.) sobre una localidad o región dadas, durante un período cronológico determinado". Se han dado otras definiciones que han contribuido a centrar el estudio de la Climatología³.

Pero, pese a esta aparente diversidad, se pueden encontrar ciertos caracteres comunes en estas definiciones, que en todos los casos atribuyen al clima los rasgos de estado "medio" o "habitual" o "característico" de la atmósfera.

TIEMPO Y CLIMA. LA CLIMATOLOGÍA: EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS ACTUALES

¿Qué sería, pues, el clima? El clima sería lo permanente, lo habitual, lo característico de la atmósfera sobre un lugar; en suma, aquellas condiciones atmosféricas susceptibles, por su permanencia, de generar un medio propio (tropical, polar...).

Frente a esta noción, lo efímero, lo coyuntural, lo fugaz de la atmósfera sería el tiempo, definido clásicamente como "el conjunto de valores que en un momento dado y en un lugar determinado caracterizan el estado atmosférico". Así pues, el tiempo sería una combinación atmosférica coyuntural y efímera, mientras que el

¹ Cuadrat, J. M^a y Pita, M^a Fda. (1997): *Climatología*. Madrid, Cátedra.

² Gibbs: "Definiendo el clima". *Boletín O.M.M.* nº 3, 1987

³ Francois Durand-Dastès (1969): "El clima es la sucesión frecuente de tipos de tiempo". Pédélaborde (1970): "El clima, como el tiempo, es el resultado de una combinación de elementos, pero una combinación de las tendencias dominantes y permanentes, es decir, de los elementos más generales de la atmósfera de un determinado lugar". José María Jansá (1969): "La climatología tiene por objeto el estudio del régimen normal de intercambio entre el suelo y la atmósfera".

clima sería "el conjunto de tendencias resultantes de condiciones habituales durante un largo período, que como mínimo, se suele establecer en treinta años"⁴.

En consecuencia la climatología sería la ciencia que se ocuparía de estudiar lo "característico" de la atmósfera sobre los distintos lugares de la Tierra, a partir de esa sucesión de combinaciones atmosféricas efímeras y coyunturales.

La Climatología, de orígenes tardíos -s. XIX-, ha pasado por diferentes etapas. De ser analítica⁵ (J. Hann) -"estudio de los elementos por separado y su distribución en la superficie terrestre"- pasó a ser dinámica o sintética (Max Sorre) -"trata de los fenómenos que ocurren en las capas altas de la atmósfera, los cuales repercuten directamente en lo que sucede en las capas de aire que están en contacto con la superficie terrestre" (definición de Barry y Chorley⁶), y sinóptica (Pédélaborde)⁷ -"se ocupa de una región concreta"; por lo tanto es regional y aplicable-, para luego, ir abandonando progresivamente su tradición espacial y ecológica.

Será en los años 60 y 70 cuando tome un nuevo impulso y defina más claramente su objeto de estudio. A partir de estos años comienzan a desencadenarse a escala mundial continuas anomalías climatológicas de repercusiones socioeconómicas importantes. Estas anomalías, junto a la eclosión de la preocupación medioambiental, desencadenada por la crisis del petróleo, propiciarán que se vuelvan de nuevo los ojos hacia las necesarias conexiones entre el clima y el resto de los componentes del medio geográfico, configurándose entonces las tendencias más recientes de la Climatología. Estas tendencias son herederas de la preocupación medioambiental que eclosiona el mundo en los años 70⁸ como consecuencia de la convergencia que entonces se produce entre dos hechos importantes: por un lado, la gravedad que adquieren ya los problemas de deterioro ambiental, los cuales comienzan a amenazar seriamente el estado de los recursos del Planeta (lo que ha venido a denominarse Cambio climático) , lo que ha puesta en marcha diversas Cumbres (Nairobi 77, Río 92, Nueva York 97, Kioto 97 y Marrakech 01, entre otras); por otro lado, la consolidación de la Teoría General de los Sistemas⁹ como modelo de conocimiento o paradigma capaz de abordar con rigor y eficacia el estudio de los fenómenos naturales.

El clima, como componente básico del medio natural no va a escapar de estas concepciones y, en consecuencia, la climatología actual va a polarizar sus centros de interés en dos grandes ejes: el estudio del clima como sistema y el estudio del clima como recurso.

El estudio del clima como sistema implica la asunción de que los distintos climas del mundo no son sino el resultado del funcionamiento del sistema climático mundial. En consecuencia, la comprensión del mosaico climático mundial exigirá el conocimiento lo más preciso posible del funcionamiento de ese sistema, convirtiéndose éste, por tanto, en el objeto esencial de estudio por parte

⁴ Valor mínimo estándar establecido por la O.M.M., pero que en la mayoría de los casos resulta insuficiente para la realización de los estudios climáticos.

⁵ Tendencia recuperada hoy por J. Martín Vide (1991): "La climatología analítica -la base de toda la climatología- ha recuperado hoy, con plena dignidad, el lugar fundamental que merece, perdido ayer por sus simplistas análisis y por el rechazo, poco meditado, de quienes creyeron superar con otras climatologías sus limitaciones"

⁶ Barry, R. G. y Chorley, R. J. (1972): *Atmósfera, tiempo y clima*. Barcelona: Omega.

⁷ Pedelaborde, P. (1970): *Introduction à l'étude scientifique du climat*. Paris: SEDES.

⁸ Conferencia de Estocolmo 72: creación de PNUMA (Programa Naciones Unidas Medio Ambiente)

⁹ Berthalanfy (1973)

de la climatología más reciente. Se incluirán, claro está, nuevas fuentes de información, como las imágenes de satélite y los radares, piezas imprescindibles en el quehacer climatológico.

El estudio del clima como recurso parte de la consideración del clima como un recurso fundamental para la humanidad e intenta abrir las vías para una utilización óptima del mismo. Se trata, sin embargo, de un recurso peculiar en la medida en que su rasgo más característico es la variabilidad, tanto espacial como temporal, de forma tal que en este caso una utilización óptima del recurso implica la adaptación de las actividades humanas a esta variabilidad, incluyendo en ella las situaciones extremas, capaces de generar severos impactos sobre la sociedad.

Esta adaptación exigiría conocer, en primer lugar, las relaciones que se establecen entre el clima y la sociedad: las condiciones climáticas más aptas para el desarrollo de las actividades humanas, así como las situaciones atmosféricas susceptibles de perjudicarles. En segundo lugar, exigiría conocer la distribución espacial de estas situaciones y su probabilidad de ocurrencia futura, al objeto de llevar a cabo una ordenación del territorio acorde con esta realidad climática y capaz de maximizar sus aspectos positivos y minimizar los negativos (SVM).

En realidad, esta segunda vía tiene la pretensión de conectar el clima con el resto de los componentes del medio y la de prever los resultados de tal conexión.

Estos objetivos han supuesto para la climatología la recuperación de las tradiciones ecológica y espacial, pero, además, han implicado la asimilación de las aportaciones de la meteorología, únicas capaces de lograr la comprensión y la previsión futura del comportamiento de los fenómenos climáticos (por ejemplo el Servicio de Vigilancia Meteorológica para fenómenos adversos).

En la actualidad se asiste a un cierto eclecticismo metodológico (Pita,1997).

A lo largo de la exposición estoy hablando de las "relaciones", de las "conexiones" entre el clima y los demás componentes del medio geográfico y particularmente he citado como fundamentales hoy día las que se establecen entre las condiciones climáticas y las actividades humanas.

El clima es clave en la configuración del medio natural como elemento definidor del mismo y como factor configurador: la vegetación, los procesos morfogénicos, la distribución de los seres vivos, entre ellos el hombre, están estrechamente relacionados con las condiciones climáticas. Numerosas actividades humanas, están incluso hoy, subordinadas o al menos condicionadas por los rasgos climáticos del lugar. Esta dependencia es clara en sociedades poco desarrolladas y se manifiesta por los efectos destructivos de las sequías, inundaciones o huracanes. En las sociedades más desarrolladas, las consecuencias no son tan catastróficas, pero esto ocurre no porque hayan sido capaces de controlar y modificar el clima, sino por su capacidad para prever con antelación los sucesos anómalos y paliar sus efectos negativos.

Siguiendo este hilo conductor de la exposición y las pautas de la climatología más actual, he de aclarar el concepto de "zona bioclimática". Cuando en climatología hablamos de "zona", debemos entender que nos estamos refiriendo a cinturones de carácter latitudinal, a cada una de las partes en que se considera dividida la superficie de la Tierra por los trópicos y los círculos polares (dos zonas templadas, dos polos y una zona intertropical). Estas zonas son "zonas climáticas", pero cuando hablamos de "zonas bioclimáticas", hemos de referirnos a aquellas que, además, incluyen la relación con la vida orgánica, incluyendo seres humanos, plantas y animales. Por lo tanto, estamos hablando de

Bioclimatología. La dependencia de los seres vivos respecto al clima ha sido la causa del temprano desarrollo de la Bioclimatología en sus dos vertientes: la Agroclimatología y la Fitoclimatología, por un lado, y la relacionada con el hombre por otro -lo que llamamos Bioclimatología humana- ya que éste, como los demás seres vivos, ha de adaptarse a los límites impuestos por las condiciones climáticas y a las distintas sensaciones que su organismo debe soportar. Sin embargo, a diferencia del resto, el hombre tiene la capacidad de modificar las condiciones ambientales de su entorno mediante el vestido y la vivienda. (Fernández García, 1995)

He mencionado el término "clima", el término "zona", y he hecho alusión a las "zonas climáticas y bioclimáticas", diferenciando, durante el desarrollo de la evolución de la Climatología como ciencia, el "tiempo" del "clima", y haciendo referencia a sus relaciones con otros componentes del medio geográfico.

Cabe recordar que los climas de nuestro planeta son la respuesta del sistema Tierra-atmósfera al estímulo provocado por la radiación solar incidente, es decir, el resultado del balance energético entre la radiación solar absorbida y el modo mediante el cual se distribuye esta energía entre los componentes del sistema. Tal balance se manifiesta en valores medios de las variables meteorológicas observadas durante un intervalo de tiempo fijado (del orden aproximado de treinta años, como he apuntado antes) y en sus variaciones extremas o excepcionales no contemplados por los datos promedios. Conforme a esta concepción, ya he precisado anteriormente el término clima, que expresa las condiciones propias de la atmósfera sobre un lugar durante un período relativamente largo, y no debe confundirse con las condiciones meteorológicas referidas a un período de tiempo corto (desde unas horas a unos pocos días), que determinan el tiempo atmosférico. El primer concepto representa la generalización del tiempo a largo plazo, el segundo expresa el estado de la atmósfera en un momento concreto.

La climatología ha tenido siempre como objetivo básico conocer el reparto de los climas en la superficie terrestre y estudiar su extensión, sus características, sus mecanismos y su evolución. En principio, la configuración climática tiene una clara componente zonal, dominada por los grandes flujos de la circulación atmosférica; pero sobre la misma intervienen gran variedad de factores, tales como las relaciones tierra-mar, la continentalidad, el relieve, la altitud, etc., que introducen modificaciones azonales y que, en definitiva, son los responsables del variado mosaico climático del globo.

ELEMENTOS Y FACTORES DEL CLIMA

Aparte el objetivo de la clasificación de los climas a la que posteriormente me referiré, cabe mencionar ahora los elementos y factores del clima.

Por lo que respecta a los elementos he de decir que el estado del tiempo atmosférico se caracteriza por un cierto número de magnitudes físicas que pueden medirse, y de circunstancias ambientales que pueden observarse y describirse. Unas y otras constituyen los elementos del clima, entre los que están: la temperatura, la precipitación, la presión atmosférica, la velocidad y dirección del viento, la duración de la insolación, la nubosidad y la humedad atmosférica.

Durante muchos años la climatología se ha fundamentado en dos de ellos, la temperatura del aire y la precipitación; ambos han sido considerados básicos para determinar el clima, en parte debido al fuerte impacto que tiene sobre nuestra vida diaria y la disponibilidad de largas series de observación. No

obstante, otros elementos pueden tener igual o, a veces, superior consideración en casos concretos. Por ejemplo, la temperatura y la humedad del suelo, junto con la evaporación, son fundamentales en agricultura; y los flujos de energía radiante para conocer los procesos atmosféricos. Todos ellos son elementos aislados integrantes del complejo sistema que forma la atmósfera y su combinación es la que define la naturaleza del clima de una región.

Los factores son aquellos que inciden, matizan y/o modifican a los elementos. Son variados: altitud, continentalidad, etc. Los factores controlan el clima y son un conjunto de mecanismos e influencias que inciden y configuran las manifestaciones atmosféricas que observamos y que son responsables de la diversidad climática regional. En efecto, los distintos climas son el resultado de la actuación conjunta de factores astronómicos, meteorológicos y geográficos, donde los más significativos son: la latitud, la altitud, la distribución de tierras y mares, la naturaleza de las corrientes oceánicas, la disposición de las barreras montañosas, los sistemas de vientos dominantes y la distribución de los centros de altas y bajas presiones.

Los factores astronómicos, derivados de la situación latitudinal y el movimiento de la tierra, de los que resultan las diferencias en los balances de radiación, son los responsables del carácter rítmico del tiempo y la sucesión de las estaciones. Los factores meteorológicos, relacionados con los grandes movimientos de la atmósfera, como el tipo de circulación regional, la sucesión de masas de aire, frentes y centros de acción, confieren el sentido cambiante, e incluso caprichoso en ocasiones, que presenta el estado de la atmósfera. Por último, los geográficos (configuración del relieve, dominios marítimos y continentales, etc.) actúan como modificadores de los demás factores y a ellos se debe la diversidad de las características climáticas. Estas modificaciones revisten grados de importancia territorial muy variables que van desde la fracción de continente o de océano hasta una vertiente montañosa, o incluso la atmósfera confinada bajo una superficie protectora, como por ejemplo, un bosque.

Los diferentes grupos de factores intervienen plenamente relacionados entre sí y su acción determina la distribución de los climas del mundo. En principio, los factores astronómicos y meteorológicos establecen el dominio zonal, y sobre éstos los factores geográficos imponen las alteraciones azonales y, en definitiva, los climas regionales y locales.

Los elementos climáticos como temperaturas, precipitaciones, humedad y viento presentan una distribución espacial y un ritmo temporal estrechamente relacionados con los factores cósmicos y geográficos. La importancia de cada uno de esos factores depende de la escala temporal y espacial a la que se efectúa el análisis.

LA ESCALA ESPACIAL DE LOS CLIMAS

Según Fernández García (1995), existen un gran número de clasificaciones de las escalas climáticas y la nomenclatura utilizada varía de unos autores a otros. En todas ellas, sin embargo, los criterios de delimitación son similares, con la extensión superficial como criterio fundamental, y el tiempo durante el que manifiestan determinados procesos climáticos como criterio secundario. Los diferentes climas pueden ser agrupados, siguiendo a Arlery (1973) en:

- 1) Climas zonales o macroclimas: sus rasgos se repiten de forma más o menos constante sobre áreas de extensión superior a los 2.000 Km. Se basan en el hecho de que la distribución de los principales elementos del clima como la precipitación, temperaturas, humedad relativa, viento, insolación y nubosidad se realiza por zonas, en función de la latitud, la naturaleza de la superficie subyacente y la circulación general de la atmósfera. Son los climas que aparecen en "zonas climáticas", los que vamos a analizar posteriormente.
- 2) Climas regionales o mesoclimas: su extensión oscila, según autores, entre los 200 y los 2.000 Km. Los incluiremos dentro de las grandes zonas climáticas en las que la orografía y las variaciones de los límites frontológicos que separan masas de aire diferentes, determinan una compartimentación en zonas con diferencias significativas en los valores de algunos elementos climáticos.
- 3) Climas locales: constituyen un complejo y variado conjunto de áreas más pequeñas, que presentan unos rasgos similares y dependientes de los climas regionales, cuyos mecanismos inciden sobre el ritmo y la distribución de los elementos, pero muestran diferencias significativas como consecuencia de la altitud, orientación, tipo de cubierta vegetal y su proximidad o lejanía del mar
- 4) Los microclimas: corresponden a espacios más reducidos, que pueden alcanzar el centímetro, y cuyos rasgos están determinados por los factores del entorno próximo al suelo como el tipo de materiales. Dentro de ellos no existe una uniformidad en los datos, la mayor parte se define en relación a las modificaciones del clima regional. Quizás el más significativo sea el clima urbano, que se concibe como un clima regional modificado, y dentro del cual se pueden individualizar áreas climáticamente diferenciadas en función de los usos del suelo, orientación y anchura de las calles, etc. Son los generados por la acción antrópica.

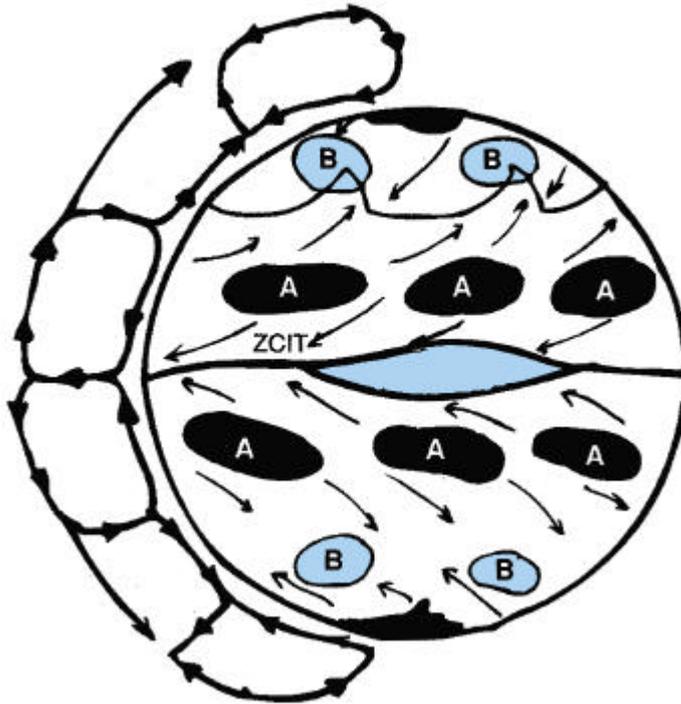
CIRCULACIÓN GENERAL ATMOSFÉRICA

Vista la escala, se trata ahora de desarrollar el grupo de climas llamados zonales o macroclimas y algunos tipos de mesoclimas dentro de los anteriores. Pero, antes de entrar en el desarrollo de estos climas y de las zonas bioclimáticas, es necesario hacer un análisis sobre la circulación general atmosférica. La Circulación General Atmosférica es "un movimiento general del aire en forma de áreas de presiones y sistemas de vientos, ambos tanto a nivel del mar (superficie) como en la parte superior de la atmósfera (altura)". Al hablar de áreas de presiones, debemos definir también lo que se entiende por centros de acción; son "áreas de altas o bajas presiones que emiten vientos y que gobiernan la circulación general atmosférica". Hay que destacar los siguientes centros de acción y sistemas de vientos:

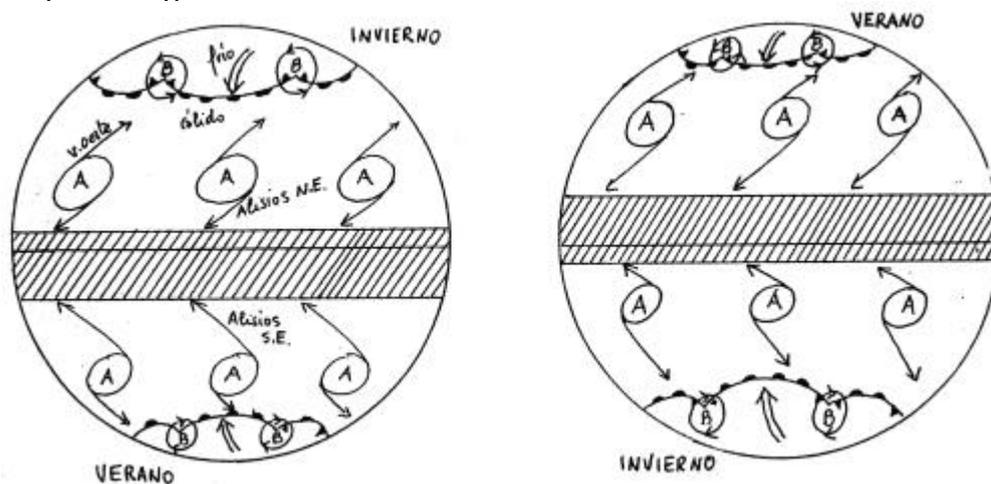
- 1 zona de BAJAS presiones ECUATORIALES (Z.C.I.T.)
- 2 cinturones de VIENTOS ALISIOS (procedentes del este).
- 2 zonas de ALTAS presiones SUBTROPICALES (en torno a 30° de latitud).

- . Caso particular: el monzón.
- 2 zonas de BAJAS presiones TEMPLADAS (35° - 60°).
- 2 cinturones de VIENTOS DEL OESTE (de oeste a este).
- . En altura: corriente en chorro o Jet Stream.
- . En superficie: FRENTE POLAR.
- 2 zonas de ALTAS presiones POLARES. Vientos polares del este.

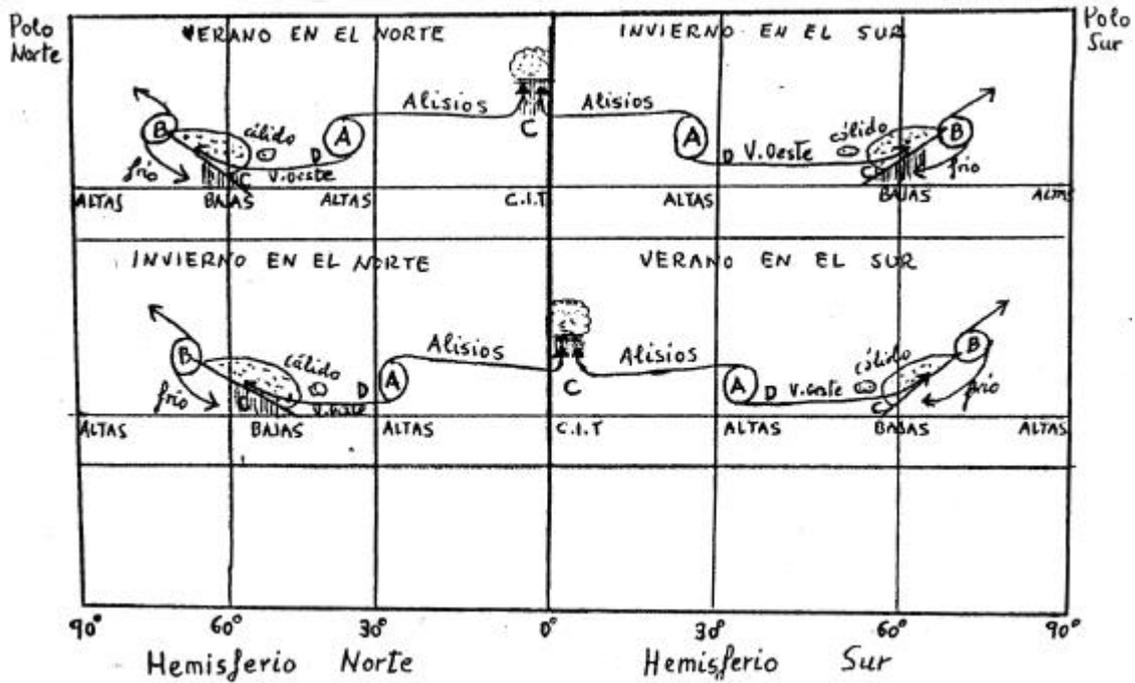
ESQUEMA DE LA CIRCULACIÓN GENERAL ATMOSFÉRICA



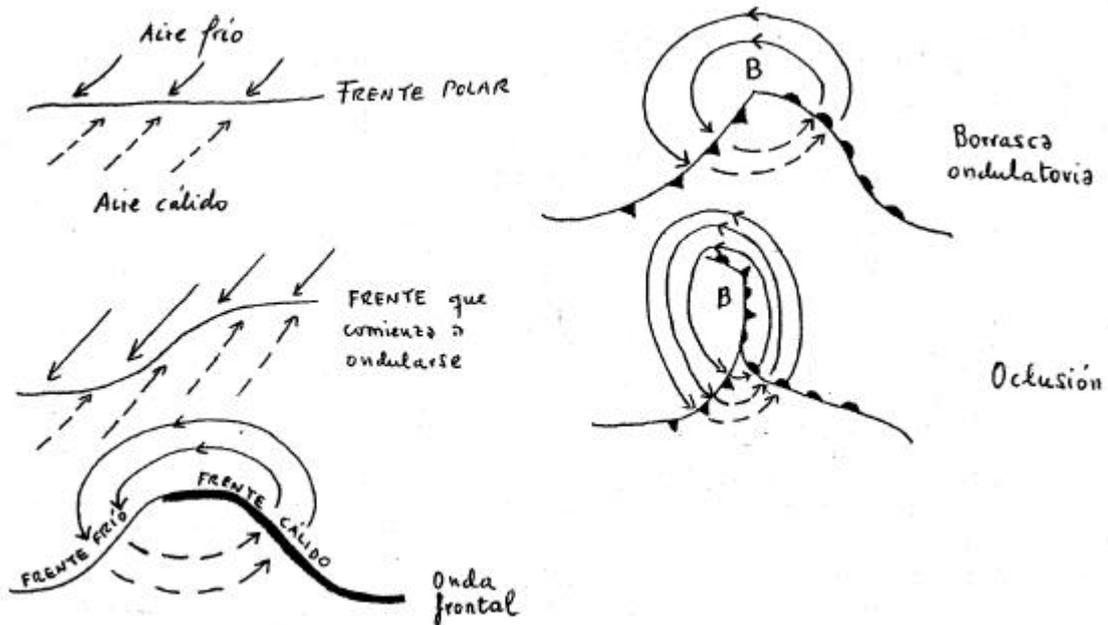
El esquema de la Circulación General Atmosférica no es rígido, ya que la Tierra tiene un movimiento de rotación y de traslación que marca un desplazamiento estacional de todas las áreas de presiones y sistemas de vientos, hacia el Norte en verano y hacia el sur en invierno. acordes con ese movimiento. Se trata de un balanceo latitudinal de las áreas de presiones y vientos que da lugar a las estaciones.



El siguiente corte esquemático de la atmósfera muestra las principales zonas de ascenso de aire (convergencia) y descenso (divergencia).



El frente polar es el que separa el aire frío de las zonas polares del aire cálido de origen subtropical. La evolución de un frente pasa por las siguientes fases:



CLIMAS Y ZONAS BIOCLIMÁTICAS

Analizada la Circulación General Atmosférica, abordemos ya el estudio de los climas y zonas bioclimáticas, haciendo referencia para cada clima a su bioclima correspondiente (Demangeot, 1989).

(En todos los climas básicos explicaré las causas de las temperaturas y de las precipitaciones en la medida en que esto sea posible). La exposición se hará en función de su zonación correspondiente.

ZONA INTERTROPICAL

La zona intertropical se extiende en un total 46 54 de latitud, simétricamente a ambos lados del Ecuador, limitada por el Trópico de Cáncer al Norte y el de Capricornio al Sur. Ocupa una extensión de 220 millones de km² (2/5 de la superficie terrestre), de ahí que sea con mucho la zona climática más extensa.

El rasgo climático esencial es la presencia de un calor elevado y constante. Está caracterizada por:

- Temperatura media anual superior a 20° .
- Amplitud térmica anual inferior, en general, a 10°, tanto menor cuanto más nos acercamos al Ecuador, donde es inferior a 3° .
- Ausencia total de estaciones térmicas bien definidas.

Estos caracteres térmicos se explican porque los rayos solares, a mediodía, no están nunca lejos de la vertical; por eso la cantidad de calor recibida es grande y varía poco a lo largo del año. Además, la duración de los días y las noches varía muy poco: en el Ecuador todos los días son iguales y en los Trópicos la diferencia máxima entre el día más largo y el más corto es aproximadamente de tres horas. (Burdeos, a 45° de latitud Norte, presenta una diferencia de 7 horas).

Sin embargo, los calores más fuertes del globo no se registran en esta zona. Ello se debe a que la humedad del aire de los climas tropicales lluviosos dificulta la penetración de los rayos solares, modera la irradiación terrestre y eleva al máximo la eficacia de efecto invernadero.

Al no existir estaciones térmicas diferenciadas, lo que caracteriza a los diferentes climas tropicales es el régimen de lluvias. Se distingue entre un régimen ecuatorial, con pequeñas diferencias de lluvia de un mes a otro, y un régimen tropical con una estación lluviosa centrada, para cada hemisferio, en torno al solsticio de verano, y una estación seca alrededor del solsticio de invierno. Por tanto, al no existir variaciones térmicas estacionales apreciables, se habla de estación lluviosa y de estación seca, en vez de verano e invierno.

El régimen de lluvias está vinculado a la circulación general atmosférica. La zona intertropical se subdivide en tres zonas:

1. La zona de convergencia intertropical (C.I.T. o Z.C.I.T.).
2. La zona de altas presiones subtropicales.
3. Entre ambas, la zona de los alisios.

En la zona ecuatorial se produce un movimiento ascendente del aire, generalmente cargado de humedad (80-100%) y se generan las bajas presiones: la ascensión del aire origina las lluvias de convección. Además, esta zona es el lugar de convergencia de los alisios o C.I.T. Los vientos alisios de ambos hemisferios, frecuentemente cargados de humedad, van uno al encuentro de otro, produciéndose un movimiento ascendente y lluvias de frente (frente intertropical).

En la zona de altas presiones subtropicales el aire es descendente, se

hace cada vez más cálido y seco, lo que origina que entre los 30 y 40 de latitud se den las condiciones idóneas para la existencia de desiertos zonales.

En la zona de los alisios se distinguen dos tipos de áreas según estén afectadas por el alisio marítimo o por el continental. En donde sople el alisio continental se crean condiciones similares a las de las altas presiones subtropicales (idóneas para la existencia de desiertos). Por contra, las áreas sometidas al alisio marítimo, cargado de humedad tras atravesar el océano, reciben abundantes lluvias, lo que sucede sobre todo en las costas orientales de los continentes.

Estas tres zonas experimentan un balanceo u oscilación anual, provocada por el movimiento aparente del sol (efecto rotación-traslación). De ese balanceo resultan tres dominios:

a) Los afectados todo el año por la convergencia intertropical tendrán lluvias abundantes y regulares, sobre todo en los equinoccios: el Ecuador.

b) Los afectados por las altas presiones subtropicales y alisios secos, que nunca son alcanzados por la C.I.T.: dominios de clima árido y desértico.

c) Entre ambos dominios, la zona intermedia será alternativamente visitada por la C.I.T. En el hemisferio norte esto tiene lugar en verano, y en el hemisferio sur en invierno (nuestro). En el invierno, con el desplazamiento hacia el sur de los anticiclones subtropicales, tiene lugar la estación seca.

CLIMA ECUATORIAL

Corresponde, según Demangeot, al conjunto de los BIOCLIMAS FORESTALES, concretamente a los bioclimas forestales cálidos.

El clima ecuatorial se caracteriza por:

- temperaturas sensiblemente constantes y relativamente elevadas (unas medias de 27°).

- amplitud térmica inferior a 3° .

- no conoce estación seca, las lluvias son abundantes pero repartidas todo el año, con máximos equinocciales.

Para Demangeot, este bioclima ecuatorial presenta una extremada monotonía térmica, higrométrica y pluviométrica, de tal manera que el bosque crece continuamente y mantiene hojas todo el año. Esta vegetación es de bosque-denso ombrófilo, sempervirente, denso -se trata de una masa vegetal penetrable sólo por las galerías que forman los ríos-, tiene multitud de especies como las heveas, y los árboles se estratifican en pisos. Los árboles, de hojas perennes, están en piso alto (40 m.), piso intermedio (20 m.) y piso bajo, y sirven como soporte a plantas parásitas y semiparásitas y también a lianas y epífitas (carentes de raíces y con un suelo aéreo que ellas elaboran, viviendo sobre ramas y troncos y aprovechando la humedad atmosférica). En las costas aparecen los manglares, sobre suelo salobre invadido por el mar; sus semillas germinan sobre la planta madre, fuera del alcance del agua salada.

Los ríos tienen alimentación abundante y regular motivando un régimen fluvial ecuatorial compensado. No obstante, se observan dos períodos de aguas altas en ambos equinoccios, reflejando la curva de las precipitaciones. Estos caudalosos ríos no presentan crecidas ni estiajes debido a su regularidad.

Los suelos son arcilloso-lateríticos, son suelos espesos donde la roca es descompuesta por la lluvia abundante y tibia y el calor constante -alteración química, biostasia-. Su contenido es de óxidos de hierro, de ahí su color rojizo. A veces presentan una capa en superficie, pero no una costra o coraza. Son suelos

pobres para cultivar, que se agotan rápidamente. El bosque sempervirente logra vivir utilizando las sustancias minerales procedentes de su propia descomposición.

Desde el punto de vista de la geomorfología climática y dentro del sistema de erosión bioclimático de países intertropicales, cabe referirse a la acción del clima sobre las formas del relieve. Los suelos arcillosos-rojizos son pastosos y espesos y revisten cimas convexas monótonas, donde emergen domos rocosos lisos -panes de azúcar: término usado por la forma de la cima-.

Localización: este tipo de clima se localiza en una franja que va desde los 5° de latitud S. hasta los 10° de latitud N. Domina en el centro de la Amazonía, en las costas de una parte del Golfo de Guinea, en el corazón de la cuenca del Congo, y en una parte de Indonesia y Melanesia.

CLIMAS TROPICALES CON ESTACIÓN SECA

Al alejarse de la zona ecuatorial, hacia el N. o hacia el S., el total anual de lluvias disminuye, las lluvias dejan de ser continuas durante todo el año y se interrumpen para dar paso a meses secos.

Clima subecuatorial

Se trata de una variedad húmeda del clima tropical. Se parece mucho al ecuatorial por la uniformidad de las temperaturas, pero difiere de éste en el régimen de lluvias: dos estaciones lluviosas y dos secas cada año. Los dos máximos pluviométricos corresponden casi a los dos pasos del sol por el cenit.

Su bioclima es subecuatorial, muy similar al ecuatorial. La vegetación es de bosque-denso mesófilo, en el que ha desaparecido el piso superior de grandes árboles. Es parecido al ombrófilo pero entremezcla dos tipos fisionómicos de árboles: perennifolios y caducifolios. Al alejarnos del dominio ecuatorial, la aparición de estaciones más o menos secas introduce ya variaciones en la distribución de especies.

Los ríos tienen unos regímenes fluviales típicos de los tropicales más húmedos y copian la curva de precipitaciones.

Los suelos son de alteración ferralítica y de corazas ferruginosas -que desarrollaré en el sudanés-.

El tipo de relieve es similar al que se genera en los dominios ecuatoriales.

Localización: periferia del ecuatorial. Lagos, en Nigeria, es un ejemplo de este tipo de clima.

Clima tropical con estación seca tipo sudanés

Es el más típico de los climas tropicales con estación seca. Recibe de 750 a 1.100 mm. de agua en una sola estación, que dura de cinco a siete meses. Las temperaturas varían de modo sensible (medias de 30°) y las amplitudes térmicas se amplían llegando a los 10°. El año se divide en tres estaciones climatológicas:

- De noviembre a febrero es la estación seca y fresca.
- De marzo a mayo es la estación seca y tórrida, durante el cual sopla un viento del E-N.E (harmattan) que lleva consigo el hálito abrasador del desierto.
- De mayo a noviembre es la estación de las lluvias.

Su bioclima es tropical seco. Procede de los mismos mecanismos que el tropical clásico, pero atenuados. La estación de las lluvias es corta, el bosque es

de caducifolios ya que se halla afectado por una sensible sequedad. Este bioclima está muy extendido, y se sitúa sobre las márgenes exteriores del tropical húmedo.

La vegetación va desde el bosque seco caducifolio a la sabana, con una estación seca entre cinco y siete meses y promedios de 1.500 mm. a 1.000 mm. (aparece el bosque). Resultan eliminadas las especies perennes y las epífitas, porque los árboles son en su mayoría caducifolios y pierden sus hojas durante la estación seca. Aparece, pues, un reposo estacional largo y generalizado. Más al norte en latitud se impone la sabana, formación herbácea continua formada por altas hierbas -gramíneas- dispuestas en manojos y salpicada por algunos árboles. Pueden aparecer paisajes vegetales del tipo mosaico bosque-sabana.

Los ríos son de régimen contrastado: copian la curva de precipitaciones, llevando aguas altas en meses lluviosos y aguas bajas en período seco.

Los suelos son de alteración ferralítica y de corazas ferruginosas. Los suelos ferralíticos están compuestos de óxidos de hierro y aluminio, de color rojizo y, a veces, tienden a formar un caparazón duro e infértil. Deben su génesis a la lluvia tibia y a la alteración química. Durante la estación seca el suelo queda sometido a una intensa evaporación que trae consigo un ascenso general de aguas cargadas de sales minerales.

Debemos distinguirlos de los suelos lateríticos ecuatoriales, ya que aquellos son arcillosos y presentan una capa plástica, mientras éstos presentan una costra o coraza.

En cuanto a las formas del relieve, en la sabana abundan no las arcillas, sino las corazas endurecidas recortadas en plataformas por la erosión. Existen también grandes planicies extendiéndose hasta perderse de vista dominadas por relieves insólitos: los inselberg o montes-isla, pedillanuras o glacis.

Localización: este clima se extiende sobre todo al N. del ecuador, desde Gambia (14° N.) hasta la cubeta de Bahr-el-Ghazal, en Sudán meridional (10° N.). Al S. del ecuador, los países con dos estaciones corresponden a mesetas elevadas de clima mejicano. Se observa también que, al S. de Dakar y en 150 km., se pasa de los 520 mm a los 1.300 mm. de lluvia, lo que prueba que el clima sudanés es muy reducido en este sector de África.

Clima tropical con estación seca tipo saheliense (para Viers, árido de tipo senegalés)

Es una variedad bastante seca del clima tropical. Tiene una fuerte tendencia a la aridez: la estación seca ocupa 2/3 del año y las precipitaciones se reducen (de 750 a 400 mm.). Durante la estación seca, el harmattan, viento continental del E., sopla continuamente desecándolo todo.

Posee un bioclima no forestal (excepción dentro del conjunto de los tropicales, que son forestales), concretamente un bioclima tropical semiárido. Está perfectamente bcalizado en el margen tropical de los grandes desiertos, por ejemplo en el Sahel, desde el Senegal al Nilo. La amplitud térmica anual es poco marcada y el verano se beneficia de algunas lluvias.

Su vegetación es no forestal, y presenta matorrales y espinales. Aquí, la sabana cede el lugar a sotobosques muy diluidos. Sus árboles poseen espinas y raíces profundas. Se hallan bien dotados para afrontar la sequedad: plantas xerófilas. Algunos manojos de hierbas forman un estrato bajo: caatinga en Brasil, bush en el Kalahari y scrub en Australia. Tanto por la poca talla, como por el escaso grado de cobertura, estas formaciones vegetales significan una transición

entre el bosque y la estepa semiárida. En las proximidades del trópico tan solo viven manojos de hierbas más o menos espaciados: es la estepa, propia del clima saheliense (borde del desierto).

Los ríos tienen un régimen tropical, contrastado y copian la curva de precipitaciones, lo mismo que en los sudaneses.

Los suelos son de alteración ferralítica y corazas ferruginosas.

El tipo de relieve es el mismo que el sudanés. En presencia de arcillas, por arroyada, se dan paisajes de bad-lans (cárcavas).

Localización: en ninguna parte del mundo ocupa más extensión este tipo de clima que en África, entre Sudán y el Sahara, a lo largo de una franja de unos 6.000 km. de longitud, desde el Senegal hasta el mar Rojo, a la que los árabes denominan el Sahel -"sahel", orilla del desierto- (ciertas extensiones en Senegambia, Mauritania, Malí, Níger, Chad y Sudán).

Climas tropicales con influencia oceánica

La influencia oceánica suaviza los climas tropicales con estación seca. Esta influencia marítima es todavía más notable en las estaciones insulares expuestas a los alisios.

Clima monzónico

El clima monzónico es claramente un clima tropical con estación seca que se sitúa a la misma latitud que el Sahara.

Sus características son:

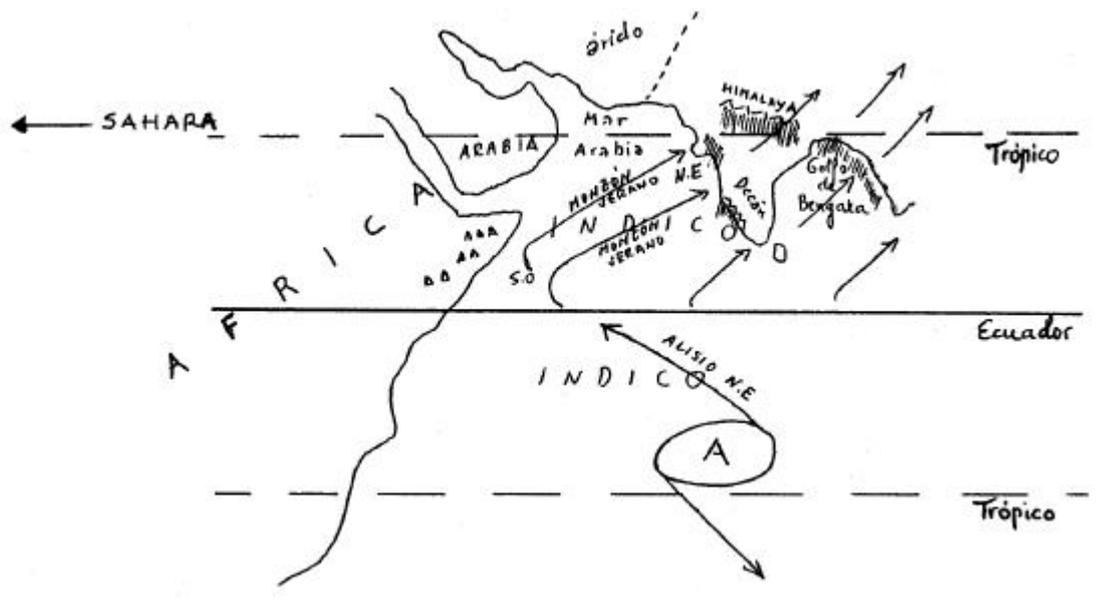
- Temperaturas elevadas.
- Amplitud térmica marcada,
- Lluvias de gran intensidad, concentradas en una estación.

La originalidad del clima monzónico consiste en desplazar hacia el N. el clima tropical lluvioso. El monzón es un viento estacional que sopla, bien del continente, bien del océano, y tiene un papel decisivo en Asia meridional.

En invierno, Asia meridional está barrida por un flujo general del N.E., el monzón de invierno. Es normal que este monzón del N.E. sea seco en su conjunto, puesto que sopla desde el continente hacia el océano y desciende en latitud, es decir, se recalienta. También es normal que este monzón del norte, fresco hasta enero, se haga muy caliente en marzo y abril.

En verano, el monzón sopla del S.O. y trae las lluvias. Está determinado por el desplazamiento hacia el norte de la C.I.T., se que remonta hasta Sanghai (30° N.). Por eso, el aire tropical puede invadir una gran parte de Asia meridional y oriental. Este aire tropical es muy húmedo ya que procede del océano Pacífico, o del alisio de la parte austral del océano Indico que, en su recorrido marino, se carga de humedad y, después de atravesar el ecuador, se desvía hacia la derecha por la rotación terrestre, tomando rumbo N.E.

El siguiente *dibujo esquemático* muestra el funcionamiento del monzón:



Su bioclima es tropical clásico, está regulado por las lluvias monzónicas. Presenta un gran contraste entre un invierno seco y soleado y un verano lluvioso. En el bosque están mezcladas especies siempre verdes y especies caducifolias. Su extensión es amplia ya que está accionado por mecanismos diversos, tales como las lluvias de frente de monzón a ambos lados de la zona ecuatorial (América, África, Australia), o a latitudes anormalmente elevadas (ej: Calcuta), o a lluvias de los alisios o de los ciclones sobre las fachadas orientales de los continentes: Antillas, Bahía y Madagascar.

La vegetación es de bosque-parque (bosque monzónico), imponiéndose los árboles caducifolios.

Los ríos presentan un régimen tropical, aunque en primavera sube el nivel por fusión de nieves y hielos de altura en algunas áreas de este clima. Las crecidas veraniegas por el monzón producen inundaciones y son importantes para el cultivo del arroz en Asia monzónica. Los ríos hindúes que nacen en el Himalaya, tienen aguas altas en verano por el monzón, aguas bajas atenuadas por las lluvias de invierno del borde montañoso, y otro máximo primaveral por fusión de las nieves.

Los suelos son variados, tropicales y también aluviales en las proximidades de los ríos.

El relieve dependerá del área estudiada dentro del clima monzónico.

Localización: este clima se localiza en la costa occidental de la India, el N. de la India, Bengala, Assam, Birmania y Tailandia. Su influencia se extiende al S. y E. del continente asiático.

CLIMAS DESÉRTICOS DE LAS ZONAS CÁLIDAS Y TEMPLADAS

Causas de la aridez y desiertos

- 1) La circulación general atmosférica explica los desiertos subtropicales. En estas latitudes se crean altas presiones estables. El aire se comprime y calienta al descender y, en lugar de aportar lluvias, se deseca estimulando la evaporación. Los desiertos zonales subtropicales se interrumpen al E. de las masas continentales por los monzones.

- 2) La continentalidad agrava la sequedad reduciendo las posibilidades de llegada de aire marítimo. En los países templados, las altas presiones continentales originadas por los fríos invernales alejan las depresiones oceánicas: los inviernos son secos. Durante el verano, el calor provoca una evaporación muy fuerte que hace menos aprovechables las lluvias aunque se produzcan. En el interior de las grandes masas continentales de la zona templada existen, pues, desiertos continentales.
- 3) Las barreras montañosas se oponen a la penetración de los vientos lluviosos, las lluvias caen sobre la vertiente expuesta al viento. Del otro lado de la montaña, el viento desciende y el efecto foëhn que produce disipa las nubes y aumenta la evaporación. Así se explican los desiertos de barrera, como el del O. americano y el de la Patagonia.
- 4) La influencia de las corrientes marinas frías crea los desiertos costeros. En este caso, las masas frescas de aire marítimo se recalientan al llegar a tierra; su humedad relativa desciende continuamente y se hacen cada vez más desecantes. Los desiertos costeros son característicos de las costas tropicales bañadas por una corriente fría.

Características de la aridez

- Lluvias insignificantes e irregulares.
- Sequedad extrema del aire.
- Humedad relativa habitualmente inferior al 50%, llegando incluso al 20%. En este aire cálido y seco, la evaporación es muy fuerte y se agrava a veces por la acción de vientos desecantes como el harmattan, del Sahara meridional.
- Las temperaturas varían brutalmente, debido a la falta de vapor de agua y de nubes que amortigüen las oscilaciones. La amplitud térmica diaria en el Sahara central llega a ser frecuentemente de 30°.

Tipos de desiertos

Todos los desiertos responden a los bioclimas no forestales, concretamente a los bioclimas áridos y semiáridos, que incluyen un grupo muy homogéneo, centrado en los desiertos tropicales y de una excepcional irregularidad interanual.

Desiertos tropicales y subtropicales

La alternancia o ausencia de estaciones lluviosas permite la distinción de cuatro subtipos principales: senegalés, sahariano, sirio y punjabí. Estos subtipos responden a un bioclima desértico cálido: es el tipo más puro, situado en la vertical de las altas presiones tropicales. Sin lluvia (algunos milímetros por año) es a la vez muy cálido y muy luminoso, es árido o hiperárido. La vegetación se encuentra reducida a algunas plantas espaciadas. La repartición zonal de estos desiertos es clara de Méjico al Sind pasando por el Sahara.

Senegalés

Corresponde a los márgenes tropicales estépicas, conocidos como Sahel en África occidental. Las lluvias son estivales y muy seco el invierno. El máximo de las temperaturas se sitúa antes de la presencia de las lluvias y no en el momento del solsticio de verano, cuando la nubosidad es más elevada; un segundo máximo se manifiesta cuando las lluvias son menos frecuentes, al final del verano. Este tipo cubre el Sahara al S. de los 15° N., casi todo el Kalahari y sus bordes, y el N. del desierto australiano.

Sahariano

Pertenece al verdadero desierto, con precipitaciones escasas tan irregulares que las medias carecen de significado. Los inviernos son tibios y los veranos muy cálidos, o sea, bastante amplitud térmica. Ocupa la zona media del Sahara, desde el interior de Mauritania hasta el mar Rojo, y el S.E. de Arabia, en ciertas partes poco extensas al S. de California, y en la parte central del desierto australiano.

En el resto del mundo, los desiertos cálidos subtropicales tienen un clima mucho menos riguroso, con lluvias que, cuando menos, alcanzan los 100 mm. Tales son, por ejemplo, los desiertos cálidos de América del Norte, excepción de una parte de California; el Chaco, Kalahari y la periferia del desierto australiano.

Sirio

Afecta a los bordes templados de los desiertos subtropicales. Es la degradación árida de los climas mediterráneos, con lluvias invernales, el verano muy seco, inviernos suaves y veranos muy cálidos. Este tipo de clima se encuentra desde el Magreb hasta Irán; también en Arizona y en el interior de California (Gran cuenca de Nevada y desierto Mohave). En el piedemonte andino, entre Tucumán y Mendoza, las precipitaciones son estivales y el invierno bastante fresco. Podría hablarse de un tipo subandino o mendozano.

Punjabí

Es propio del continente asiático. Recibe sus lluvias invernales de las perturbaciones mediterráneas, y las veraniegas de las perturbaciones tropicales, siendo ésta últimas siempre más considerables excepto en el extremo N. de Pakistán (de influencia monzónica). Se caracteriza por una irregularidad interanual en las precipitaciones.

Desiertos costeros

Estos desiertos están siempre vinculados a la acción de una corriente fría sobre la facha occidental de un continente cuyo interior tiene un clima tropical. La proximidad del mar atenúa los contrastes entre el mes más cálido y el más frío; las lluvias son raras y las nieblas frecuentes.

Su bioclima es también desértico cálido: los desiertos costeros están enfriados y son brumosos por las surgencias de aguas oceánicas profundas como en Mauritania, Namib, Chile, etc.

El desierto de Namib: el litoral del S.O. de África es seco desde Luanda (Angola) hasta los 32° S., donde las precipitaciones son inferiores a 30 mm. al año. Las temperaturas del litoral son muy bajas y la amplitud térmica es muy débil.

Mínimos y máximos de temperaturas quedan retrasados. Las precipitaciones, muy reducidas, carecen de régimen bien definido, pero hay, con todo, un máximo en la estación cálida. Las nieblas son frecuentes en el mar durante el día y en la tierra durante la noche; la humedad relativa es, así, muy elevada. Se trata, pues, de una "curiosa" sequedad.

Los desiertos de África occidental: desde Marruecos meridional hasta Port- Etienne, en Mauritania, la situación es análoga a la anterior, con la salvedad de menos nieblas y menor aridez: 21 en agosto y 15 en enero, y 155 mm. en Ifni.

En Somalia y en las costas meridionales de Arabia (Adén) hay aridez en las proximidades del ecuador, junto a espesas nieblas, pero se registra un calor mucho más intenso durante todo el año (ligado a una corriente fría que se dirige hacia el ecuador en invierno; en verano, la dirección se invierte; pero en ninguno de los dos casos las condiciones son favorables a las lluvias).

En América del Norte, California está bordeada por un litoral seco, brumoso y fresco. San Diego, a 33° N., tiene 12'2° en enero y 20'2° en agosto, con 243 mm. (corriente fría de California).

En América del Sur, la costa del Pacífico es desértica, desde el golfo de Guayaquil, a 6° S., hasta Serena, en Chile, a 30° S., con una sequedad extrema en los confines de Chile y Perú (2'5 mm. en Iquitos). La nubosidad es abundante, con sólo 66 días despejados al cabo del año. Las temperaturas son un poco más elevadas que en Namib (16 - 23).

En Australia, el desierto se extiende hasta la costa O., pero no es un desierto costero, ya que las temperaturas son en él altas, ausentes las nieblas y más intensas las precipitaciones (200-300 mm.).

Desiertos de la zona templada

Se reparten en tres grupos: climas continentales, climas semioceánicos y climas de altitud.

Estos climas se caracterizan por una considerable amplitud térmica (30° a 40° en Asia central y al N.O. de Estados Unidos). Las precipitaciones son siempre bastante abundantes: ausencia de una larga estación seca e irregularidad interanual de las precipitaciones. Estos desiertos responden a los bioclimas secos con inviernos fríos, en donde entrarían climas de la zona templada degradados por la continentalidad y el abrigo orográfico; la circulación es del oeste, las precipitaciones son débiles e irregulares, la amplitud térmica es acusada y los vientos desempeñan un papel notable.

Tipos

Todos responden al bioclima templado árido con invierno frío: en las cuencas contiguas o alejadas del oeste de E.E.U.U., del Turkestán ruso y chino, reina el desierto a causa de los veranos calurosos y tempestuosos y de los inviernos helados.

Continetales

Turcomano

Linda con los países de clima mediterráneo. Precipitaciones invernales y verano seco. Es el clima de Turkmenistán.

Aralés

Se encuentra al margen de los climas continentales (siberiano, manchuriano y misuriano), con precipitaciones primordialmente estivales. Es el clima de la estepa del Kazajstán.

Ucraniano

Precipitaciones mejor repartidas que los precedentes.

Los desiertos de Asia central, desde el Turkeistán hasta Mongolia, y en el continente americano la zona árida de las grandes llanuras al pie de las Rocosas, depresiones continentales de la cordillera (Utah, Colorado y Nuevo Méjico) presentan caracteres climáticos semejantes, aunque atenuados.

Estos desiertos están generalmente asociados a barreras orográficas.

Semioceánicos

Patagón

Está asociado a una barrera orográfica, los Andes (efecto foëhn); o sea, que la aridez en él es consecuencia de la extremada humedad reinante en la vertiente opuesta, a barlovento del flujo del O. (en Chile). Los frentes fríos relacionados con las depresiones ciclónicas del océano Antártico barren la Patagonia de S. a N., por lo que se registran precipitaciones en cualquier estación, pero con totales débiles.

Este tipo climático se puede dar también en algunas pequeñas áreas de la isla meridional de Nueva Zelanda y, si se dejan aparte los grandes fríos invernales, las estepas de Alberta en Canadá, desecadas por el chinook.

En los climas desérticos, la vegetación es discontinua y escasa. Sólo existe en áreas de oasis, con palmeras. Las plantas son xerófilas y suculentas (cactus), con gran reserva de agua, efímeras y espinosas.

Los ríos son los llamados uadis. Se trata de áreas endorreicas: los cauces van a parar a cuencas interiores salobres -chott y sebkas. Existen ríos alóctonos, como el Nilo.

Los suelos son esqueléticos, cargados de sales e incluso inexistentes en los desiertos arenosos y pedregosos.

El tipo de relieve se produce por acumulación eólica: campos de dunas (erg), barcanas (en forma de media luna) y sif. Y también, debido a la erosión eólica, por deflación y corrosión. La deflación arrastra derrubios finos formando reg o hamadas (desiertos de rocas). La corrosión es un ataque eólico cargado de partículas de cuarzo en suspensión sobre derrubios gruesos.

ZONA TEMPLADA

Entre los paralelos 30° y 60° reinan los climas templados, llamados así porque no conocen el calor continuo de los trópicos ni los fríos constantes de las altas latitudes. Su originalidad viene marcada por las temperaturas, que definen netamente las estaciones, y no las precipitaciones, como ocurre en los climas

tropicales.

Caracteres generales

- 1) El carácter más marcado de los climas templados es el vigor de las estaciones, definidas por las temperaturas. Dos estaciones son las fundamentales y destacadas: el verano por el calor y el invierno por el frío, mientras que el otoño y la primavera son estaciones intermedias.
- 2) Los climas templados conocen una gran variabilidad del tiempo atmosférico. Las temperaturas son moderadas y las lluvias suficientes para la agricultura, pero bajo las medias se disimula una gran variabilidad de los estados del tiempo. Esta variabilidad, que va ligada al juego de las presiones y de las perturbaciones del frente polar, es uno de los caracteres más acusados de los climas templados.
- 3) La variabilidad de los tipos de tiempo está ligada al juego y a las perturbaciones del frente polar. Cuando reinan las altas presiones, el tiempo es frío en invierno, cálido en verano y, en cualquiera de los casos, sin precipitaciones. Las bajas presiones, por el contrario, van acompañadas de fresco y lluvias.
- 4) Existe una gran variedad de climas templados.

Todos estos climas responden los bioclimas forestales, concretamente a los bioclimas forestales templados: por "templado" se entiende los climas con medias térmicas anuales poco características, ya que están comprendidas entre -10° y $+20^{\circ}$ C, pero en el que el ritmo estacional está impuesto por las temperaturas y no por la pluviometría. Los inviernos son frescos, fríos o incluso muy fríos, ya que la media mensual más baja puede alcanzar -40° C; los veranos son templados o incluso cálidos. Los bosques pierden sus hojas en invierno, salvo excepciones. Las precipitaciones son aportadas por los ciclones del oeste y, en general, se producen en cualquier estación del año: en ninguna parte el tiempo es más inestable.

Tipos de climas

Climas templados de las fachadas occidentales de los continentes.

Se trata en este caso de un dominio típicamente europeo, ya que en el continente americano, la barrera montañosa de las Rocosas y los Andes limita a una estrecha faja costera el dominio climático occidental, y con características bastante particulares. Y es el océano lo que reina en África del Sur y en Oceanía, por lo que este dominio es solamente representado en una parte de la provincia de El Cabo, en las costas meridionales de Australia y en Nueva Zelanda.

Climas templados-oceánicos

Son los países afectados en cualquier estación por las perturbaciones del frente polar, en el flujo de los vientos del oeste. Están sumergidos en el aire polar marítimo, más o menos tibio según la latitud de origen y la estación.

En este clima la oscilación térmica entre un invierno suave y un verano fresco es pequeña (8° - 12°). Las lluvias del clima oceánico se reparten a lo largo de todo el año, con ligero predominio en la estación fría, en la que las

depresiones del oeste son más frecuentes.

Responden al bioclima templado-oceánico, el más típico de la gama húmeda. Domina en las fachadas occidentales entre 40° y 50° de latitud, como en Columbia británica, Valdivia en Chile, y Europa occidental. El bosque es caducifolio.

Se distinguen dos subtipos climáticos: el noruego y el bretón.

Noruego

Se caracteriza por abundantes precipitaciones orográficas en las vertientes a barlovento de elevadas montañas bordeando el océano, incluso en la estación cálida. Las precipitaciones son considerables, entre 2.000 y 6.000 mm, con un mínimo en verano. Las temperaturas son frescas en cualquier punto (15°-17° en verano); las mínimas invernales oscilan entre -2° y 5°.

Responde al bioclima templado-oceánico hiperhúmedo, que sólo existe en lugares costeros, a la vez que templados, más ventosos y más lluviosos de las fachadas occidentales, como en Noruega meridional, Columbia británica y Patagonia chilena. El bosque es caducifolio pero con frecuencia devastado por las tempestades.

Se localiza en las fachadas atlántica de Irlanda y Noruega, costa occidental canadiense hasta Alaska, Chile meridional, extremo S. de la isla meridional de Nueva Zelanda, y Tasmania.

Bretón

Es bastante menos lluvioso y menos fresco que el noruego. La ausencia de relieves destacables hace que predominen las lluvias de frente. Aunque son numerosos los días de lluvia, los totales permanecen moderados: entre 600 y 800 mm. donde quiera que no haya auténticos relieves; si los hay, entonces las lluvias se incrementan hasta los 1.500 mm. (costa O. de las Islas Británicas).

El clima bretón es una excepción en el globo, ya que fuera de Europa, se pasa sin transición del clima noruego al californiano (América).

Su bioclima es templado-oceánico. Se localiza en Europa, en toda la orilla del litoral desde Jutlandia en Dinamarca (1° en enero y 16° en julio), hasta las regiones cantábricas españolas (9° y 19°).

Existe una variedad que es el aquitano, que se degrada hacia el sur, anunciando ya el mediterráneo. Se localiza en la Aquitania francesa.

La vegetación originaria no existe, sólo el bosque oceánico degradado, las landas, formada por tojos y brezos. Hay, no obstante, algunos bosques caducifolios donde domina el haya (costa occidental de Estados Unidos y Canadá y sur de Chile).

Los ríos tienen un régimen simple debido a las lluvias constantes y presentan también máximos de primavera por fusión de nieves de la cabecera.

Los suelos que corresponden a las landas son suelos "lavados" por las aguas de lluvia, que arrastran en profundidad los elementos fertilizantes. Se parece al podsol. En Irlanda y Escocia, los fondos de valle, así como las depresiones más drenadas, aparecen invadidas por turberas (terreno anegado y esponjoso cubierto por una capa superficial pobre constituida básicamente por plantas acidófilas).

El relieve es muy variado, predominando la llanura.

Climas templado-semioceánicos

Entre la línea litoral en el O., el interior continental con inviernos fríos al E., y los climas mediterráneos con veranos secos al S., se extienden unas regiones de transición. El influjo oceánico, aunque se atenúa gradualmente de N.O. a S.E., es todavía patente: cualquier estación se ve barrida por las perturbaciones del frente polar; las irrupciones frías refrescan periódicamente el verano; las invasiones de aire marítimo tibio impiden que las medias invernales sean muy bajas. La existencia de esta categoría de climas implica dos condiciones que se dan únicamente en Europa: que haya una masa continental suficientemente extensa - entre los 35° y 58° de latitud- y una libre penetración del flujo del oeste hacia el interior del continente. La primera condición se cumple también en América del Norte, pero la segunda se ve impedida por la barrera de las Rocosas; América del Sur no conoce ni la una ni la otra, con el adelgazamiento continental en Patagonia y la pantalla de la cordillera andina; en Oceanía, Nueva Zelanda repite, a una latitud más elevada, las condiciones patagónicas.

Su bioclima es templado-oceánico.

Se distinguen dos subtipos climáticos: lorenés y danubiano.

Lorenés

Es propio de las llanuras ampliamente abiertas hacia el oeste. Exceptuando las vertientes a barlovento y a sotavento en los pequeños macizos montañosos (Vosgos orientales y E. de la Selva Negra), estas llanuras conocen una pluviosidad notablemente uniforme, comprendida entre los 500 y 700 mm. Por otra parte, estas precipitaciones se reparten bastante regularmente durante el año, si bien la pluviosidad relativa del verano aumenta hacia el interior del continente, lo que es debido en parte a chubascos térmicos en un aire menos estable. Podría así proponerse como límite divisorio entre el clima bretón y el lorenés aquél en el que se pasa de la máxima precipitación de invierno a la de verano, con excepciones.

El efecto de la continentalidad se evidencia mejor en las temperaturas. El invierno es frío, con medias comprendidas entre 3° y -3°. Las temperaturas estivales permanecen moderadas debido a la latitud y a las frecuentes invasiones de aire marítimo fresco durante el verano (17°-20°).

Se localiza en Francia, en toda la cuenca del Loira, la cabecera del cuenca del Sena y el Jura; en Bélgica interior; Alemania, Suiza y Polonia occidental.

Danubiano

Más meridional, se caracteriza por unas temperaturas más elevadas en verano, acompañadas de una relativa sequía. Las precipitaciones conocen dos máximos en primavera y otoño y el verano es más lluvioso que el invierno, lo que es característica continental. Esta continentalidad se observa también en las temperaturas, cuya amplitud térmica anual es más acusada que en el tipo lorenés (de 20° a 26°), mayor cuanto más al este. La continentalidad se debe principalmente a los fuertes calores estivales y a un invierno bastante frío en algunas partes (-3° a 2°).

Este clima se extiende desde Aquitania, donde el verano es más seco, hasta las orillas del mar Negro, donde se acusa el predominio de lluvias estivales: norte de Italia, norte de Yugoslavia, llanura de Viena, Hungría, Rumanía y norte de

Bulgaria.

Climas templado-mediterráneos

Estos climas, en lo que se refiere a las precipitaciones, se caracterizan porque a un verano cálido y seco se opone un invierno suave y lluvioso. Este ritmo es típicamente mediterráneo y se debe a que estas regiones se encuentran alternativamente colocadas bajo la acción de una masa de aire meridional en verano (desplazamiento hacia el norte de los anticiclones subtropicales) y de aire oceánico en invierno (paso de las perturbaciones del frente polar). El ambiente seco de los climas mediterráneos no se debe únicamente a la debilidad del total de precipitaciones sino más bien al escaso número de días de precipitación (menos de 100). Las lluvias, además, son muy irregulares y torrenciales. La sequía estival es un fenómeno extraordinario en el globo. Las precipitaciones oscilan entre los 180 mm. de Almería, pasando por 650 en Sicilia, 850 en Niza y más de 1.000 en las costas brava, ligur y dalmata.

Por lo que respecta a las temperaturas, las medias anuales están entre los 15° y los 17°, y una amplitud térmica moderada, entre 14° y 17°, aunque en algunos casos puede ser menor (California, Australia y África del Sur). El invierno es muy suave; la media del mes más frío supera en todas partes los 6°, aunque hay matices.

Su bioclima es templado-mediterráneo, dominando en las fachadas occidentales de latitud subtropical, como en California, Chile, Mediterráneo, provincia del Cabo, y Australia meridional. Expuesto a los ciclones templados del oeste -siempre según Demangeot- desde otoño hasta la primavera, pero sumergido en el aire subtropical continental en verano, se caracteriza con un rasgo único en el mundo, por la sequía luminosa de los veranos. La vegetación es con frecuencia siempre verde y, otra originalidad, está en reposo durante el verano.

Hay tres subtipos de climas mediterráneos: portugués, con sequía breve y moderada de tres meses; heleno, de cinco a seis meses; y californiano, con verano fresco y muy seco durante seis meses.

Portugués (término propuesto por E. de Martonne)

El invierno es muy suave, tres meses tienen una media inferior a los 10. El calor estival es prolongado e intenso, relacionado con una considerable insolación. El período húmedo es más largo que el seco. Únicamente hay tres meses secos: de junio a agosto. La primavera y, sobre todo el otoño, son los períodos más lluviosos, con fuertes aguaceros.

Se localiza a grandes rasgos, en el Mediterráneo occidental.

Heleno

Es el clima mediterráneo oriental. Contrariamente al tipo portugués, existente exclusivamente en Europa, el heleno aparece bien indicado en el S. de Australia y en África del S. aunque no en América. El invierno es aún más tibio: a menudo más de 10° en el mes más frío, y los calores estivales superiores (26° en Túnez, 26'4° en Catania, y 26'6° en Atenas).

Las precipitaciones eficaces se recogen en un período de seis a siete meses, y son habitualmente más débiles que en el tipo anterior: Atenas, 394 mm.

y Túnez, 414 mm. La mayor diferencia reside en el régimen más simple, con máximo único en noviembre-enero y junio-agosto en el hemisferio austral.

Californiano

Suaves en todo lugar, las temperaturas de invierno son normales para el dominio mediterráneo. La mayor originalidad es el frescor del verano y su máximo muy retrasado. Las máximas son de 15° a 20° (raramente). Este relativo frescor veraniego se explica por la presencia de unas aguas frías litorales en las corrientes de California, Humboldt y Canarias. Estas tienen un triple efecto climático: refrescan el aire, impiden las precipitaciones al estabilizar el aire, y engendran unas nieblas de inversión tanto más densas y persistentes cuanto más cálida es la estación. En cuanto a las precipitaciones, son muy modestas: más de seis meses de estación seca, con un régimen lluvioso con máximo invernal.

Este clima se localiza en California (San Diego, San Francisco), costa atlántica de Marruecos, Ifni, centro de Chile y al N. de El Cabo.

En los climas mediterráneos hay cierta diversidad de matices: *matiz septentrional* (invierno relativamente frío y larga estación de lluvias); *matiz meridional* (invierno más suave -12° en Argel- y estación seca más larga y severa); *matiz oceánico* (Lisboa: amplitud térmica moderada y corto período seco); *matiz continental* (invierno más frío y más seco); y *matiz subdesértico* (precipitaciones casi desérticas y temperaturas estivales muy elevadas; en España, desde el cabo La Nao hasta Adra y en Argelia las altiplanicies).

La *vegetación* presentaba unas formaciones naturales de bosque mediterráneo, hoy prácticamente extinguidas, un bosque frágil de alcornoques y encinas y en áreas más al sur de pino de Alepo con una estepa de esparto. Actualmente, en su lugar, se extienden los matorrales como la garriga, el maquis y las plantas aromáticas.

Los ríos tienen un rasgo predominante: su torrencialidad. Son organismos desordenados y extremados. Ello se debe al régimen irregular de las lluvias, a la abundancia de pendientes fuertes y a la escasez del tapiz vegetal. Presentan grandes estiajes y en invierno aguas altas. En las áreas más desérticas aparecen las ramblas.

El relieve, sobre todo en áreas subdesérticas, suele ser de cárcavas (bad-lans). En el resto aparecen glaciares, rañas y superficies con inselberg.

Climas templados de las fachadas orientales de los continentes

Estos climas se caracterizan por fuertes amplitudes térmicas anuales y por el evidente predominio de las lluvias de verano. La importancia de la amplitud térmica está vinculada a dos fenómenos: la alternancia de los flujos meridianos, unas veces fríos y otras cálidos, para las fachadas orientales, lo que origina gran amplitud térmica (continentalidad), que sería la segunda característica.

Pertenece al bioclima subtropical húmedo, un caso aparte. Existe solamente en las fachadas orientales y en latitud no tropical. Procede del ecuatorial por la relativa regularidad de sus precipitaciones y del templado subtropical por sus temperaturas más moderadas. El bosque no es tropical - China del sur, etc- y deforestado da paso a la pampa. Comparte también características del bioclima templado-oceánico visto anteriormente.

Destaquemos el efecto del monzón: existe una alternancia de flujos

vigorous entre las estaciones cálida y fría. Por término medio, se establece en invierno un flujo frío dirigido hacia las bajas latitudes, ajustado a la cara oriental del anticiclón continental: en verano, se trata de un flujo cálido y húmedo, dirigido hacia las altas latitudes, ajustado a la cara occidental del anticiclón oceánico. Este flujo cálido oceánico existe de hecho durante todo el año, contorneando la célula oceánica permanente de las altas presiones subtropicales; pero en invierno queda confinado en el océano, mientras que afecta ampliamente al continente en verano, tras la anulación del anticiclón frío. Con las moderaciones temporales introducidas en cada estación por los sectores fríos o cálidos de las perturbaciones, se tiene por una parte un invierno frío, durante el cual estas regiones quedan sumergidas en el aire polar continental, y por otra, un verano cálido en el que predomina el aire tropical. La amplitud térmica anual permanece elevada para los países templados, siendo resultado en parte de los calores estivales (22°-29°). Los inviernos resultan fríos por las masas de aires frías procedentes de los anticiclones continentales. De ello resulta que el invierno es tanto menos frío cuanto menor es la consistencia del continente. Se tiene así en Argentina un clima más templado, sin inviernos rigurosos (7° en Córdoba) y amplitudes térmicas menores: 14° en Buenos Aires.

Abundancia de precipitaciones estivales: se relaciona con el predominio del flujo tropical cálido y húmedo, masas de aires llegadas de las bajas latitudes (mar de China meridional, golfo de Méjico y del litoral brasileño). Este aire, cálido y húmedo, es también muy inestable, por lo que se dan en esta estación precipitaciones abundantes, rebasando generalmente los 100 mm. durante el mes más lluvioso. (y mucho más en China y Japón).

Hay cuatro grandes subtipos, dos de ellos son costeros, lluviosos y relativamente templados (acadiense y manchú) y dos continentales más secos, sobre todo en invierno (manchú y misuriano).

Acadiense

Es un tipo oceánico, caracterizado por el vigor de sus perturbaciones, la regular distribución de sus precipitaciones y una amplitud térmica moderada (entre 20° y 30°). El verano es fresco (15° a 18°). En invierno hay bastantes precipitaciones y las temperaturas oscilan entre -2° y -15°.

Existe solamente en el hemisferio boreal. Se extiende desde Kamchatka hasta el N. de Japón; y se le encuentra alrededor de la Acadia, en Canadá oriental, entre la bahía de Hudson, los Grandes Lagos y Terranova.

Manchú

Sobre la misma latitud aproximadamente, pero protegidas de las perturbaciones invernales (en parte por relieves costeros), Manchuria y el N. de China conocen inviernos bastante secos, tres o cuatro meses con menos de 10 mm, casi como el yakuto, pero menos frío. Las precipitaciones se concentran en cuatro o cinco meses de verano y son abundantes y regulares. Se deja sentir y bastante la influencia monzónica es estas estaciones tan contrastadas. La amplitud térmica es considerable, sobre todo por las altas temperaturas estivales (23°-25°), y los inviernos fríos (-13° en Tchenyang).

Misuriano

En el centro de Estados Unidos, entre los Grandes Lagos al N., los Apalaches al E. y las secas altiplanicies del O., hay un clima menos riguroso que el precedente, tanto por su amplitud térmica más débil (25° ó 30°, frente a los 35° ó 45° de Manchuria) y sus inviernos menos fríos (-10° a 5°), como por la distribución, menos contrastada, de sus precipitaciones. El invierno es riguroso, debido al aire continental helado procedente del anticiclón nor-canadiense. El verano es muy cálido (25°) y húmedo, debido al aire tropical marítimo del golfo de Méjico.

Cantonés (Chinos para E. de Martonne)

Son climas con inviernos húmedos y moderados y veranos muy cálidos y lluviosos. Son todos climas con ambiente litoral. pero algunos de ellos no conocen serios envites de frío, por falta de fuentes próximas de aire polar continental: Argentina, Australia y Natal. Otros lo experimentan con mayor o menor dureza: el valle del Ganges, el S. de China, Japón y el E. de Estados Unidos.

Las regiones de clima cantonés están afectadas durante casi todo el año por el tiempo alternativo producido por el paso de las depresiones que, con frentes cálidos y fríos, siguen trayectorias curvadas hacia el N.O. o S.O. según el hemisferio. En invierno, brutales olas de frío parten de los anticiclones continentales y llegan hasta la zona tropical. La abundancia de las precipitaciones en toda estación se explica por la alimentación de aire tropical marítimo, cálido, húmedo y frecuentemente inestable, en los sectores cálidos de las depresiones, a lo que hay que añadir los efectos orográficos sensibles en Australia, África del Sur, Brasil meridional y, sobre todo, en Japón. Una parte nada despreciables de las lluvias de verano es aportada por los ciclones tropicales que barren periódicamente aquellas regiones (tifones, huracanes).

El clima chino o cantonés presenta matices:

- El prototipo es chino: considerable amplitud térmica con relación a la latitud y veranos muy cálidos (29°). El invierno es bastante seco y el verano muy húmedo (230 y 250 mm. en julio en Cantón). La pluviosidad invernal se acentúa en Japón.
- En Estados Unidos se dan las mismas amplitudes térmicas, pero hay menos contraste en las precipitaciones; desde los Grandes Lagos hasta el S. de los Apalaches el invierno suele ser tan lluvioso como el verano. Los calores estivales son un poco menos acusados.
- En América del Sur, la Pampa húmeda alrededor de Buenos Aires, Uruguay y S. de Brasil se da este clima. Los inviernos son suaves (9'8° en Córdoba). Los veranos no son en ninguna parte abrasadores (23'2° en Córdoba) y el invierno nunca es seco.
- La parte oriental de Australia presenta un clima mucho más suave. Las temperaturas mínimas oscilan de 12° a 15°, y las máximas de 22° a 25°. No hay ningún mes seco y el total está alrededor de los 1.200 mm.
- Este clima también se da en Natal (África del Sur).

La vegetación asocia coníferas de tipo nórdico y árboles templados caducifolios con especies tropicales de hoja perenne como los bambúes, magnolias, arbustos del té, etc. Es un bosque mixto de sotobosque tupido más vigoroso que el mediterráneo, por las lluvias.

Los ríos tiene un régimen más sostenido que en las regiones mediterráneas. Las aguas bajas corresponden al invierno y las altas al verano, como en los países de clima tropical.

Los suelos llevan características de este clima húmedo de afinidades tropicales. Los más extendidos son las arcillas rojas de tendencia laterítica, empobrecidas en superficie por el lavado. A ellos hay que añadir los suelos aluviales.

El tipo de relieve es variado.

Climas templados continentales

Estos climas se caracterizan por fuertes amplitudes térmicas anuales y por el evidente predominio de las lluvias de verano. La importancia de la amplitud térmica está vinculada al efecto de continentalidad. La continentalidad aumenta la amplitud térmica, lo que es debido primordialmente a la desigualdad en la duración del día y la noche, sobre todo en las latitudes más elevadas. Es, pues, normal que la amplitud vaya aumentando hacia las altas latitudes. Por otra parte, la amplitud sólo puede ser grande si el lugar está protegido de los flujos perturbados que introducen aire alógeno en invierno, ya sea cálido o frío, lo mismo que en verano, lo que se refleja en una disminución de los valores medios de los dos meses extremos de cada estación. Como sea que el flujo medio de la zona templada procede del O., es hacia el E. de los continentes donde las perturbaciones se hacen más escasas, sobre todo en invierno; siendo, pues, en su interior donde se observan las mayores amplitudes. Se registra un crecimiento de la amplitud de O. a E. (29° en Moscú, 34° en Perm, 60° en Ust Maia).

Las fuertes amplitudes continentales son el resultado, sobre todo, de las bajísimas temperaturas invernales, y no de las particularmente elevadas temperaturas durante los largos días de verano.

En el interior de Siberia, donde penetra muy poco el aire húmedo del Pacífico, las precipitaciones de verano están vinculadas con las perturbaciones moderadas del O. y con los fenómenos de convección en el aire húmedo de la misma procedencia (lluvias estivales alrededor de 50-60 mm.).

En América del Norte, las cordilleras occidentales impiden el paso de este flujo del O., lo que proporciona una creciente aridez.

Responde a un bioclima templado-continental, que sólo existe en el hemisferio boreal como consecuencia del estrechamiento de los continentes en el hemisferio austral. Representado por el Saint Lawrence y la Gran Rusia, forma transición entre el templado oceánico y el hipercontinental. El verano es tan cálido como en París pero el invierno es netamente frío y está sacudido por borrascas de nieve. El bosque es mixto, mitad planifolios mitad coníferas.

Se destacan tres subtipos principales de climas: ruso-polaco (verano largo, cinco meses superiores a 10°), siberiano (verano corto, tres meses superando 10°), y yakuto (invierno muy frío, por debajo de -38°).

Ruso-polaco

Es el más moderado de los climas continentales. La amplitud anual está comprendida entre los 20° (Varsovia) y los 35°, y las precipitaciones están bien repartidas a pesar de un claro máximo de verano. El verano es bastante largo y bien señalado: temperaturas de 17° a 19°; es la estación más lluviosa. El invierno es igualmente largo y en él se registran las precipitaciones más débiles, y las temperaturas bajan hasta los -10° aproximadamente.

Se localiza desde el Vístula a los Urales, N. de Suecia, regiones de los ríos Dvina y Péchora en Finlandia, y limita al sur con las áreas más secas del

clima ucraniano. También se encuentra al O. de los Grandes Lagos americanos (Winnipeg y Dakota del Norte).

Siberiano

Es el más septentrional y continental. El verano es el más corto, debido a su latitud más elevada. Las máximas precipitaciones se dan en verano, y el invierno es un poco más seco que el anterior. El total anual de precipitaciones queda comprendido entre 400 y 600 mm. El invierno es muy frío, entre -15° y -35° .

Este clima, junto al yakuto responde a un bioclima templado-hipercontinental, también estrictamente boreal y uno de los crudos del globo. Los veranos son tan cálidos como en el templado oceánico, aunque los inviernos experimentan fríos de -40° y de -50° , que originan anticiclones regionales con cielo despejado. Los bosques de coníferas son los únicos que pueden resistir este clima, es la taiga de Rusia, el bosque de Siberia o el clima hudsoniano de Canadá.

Se encuentra en Escandinavia, al E. de las montañas noruegas, en todo el N. de Suecia, en la casi totalidad de Finlandia y en el N. de Rusia. En América del N. el clima siberiano abarca extensiones vastas de Canadá, entre las tundras del N., las Rocosas al O., y las provincias de habla francesa al E.

Yakuto

El invierno es muy riguroso, y durante tres meses las medias son inferiores a -35° . El verano es bastante cálido (15° a 19°). Las lluvias son inferiores, con mínimo invernal bastante acusado y máximo veraniego.

Con un bioclima templado-hipercontinental, este tipo es exclusivo del bloque euroasiático, desde la península de Taimir, al N.O., hasta los montes Stanovoi, al S., y alcanza el Kolyma al N.E.

La vegetación y los suelos se presentan muy variados. Según las variedades climáticas se corresponden dos paisajes vegetales distintos: taiga y pradera (estepa en Rusia). La taiga o bosque templado-continental o boreal ocupa el N. del dominio continental. Tiene coníferas de hojas persistentes. Los árboles se encuentran separados y las especies son poco numerosas: abetos y frondosas (abedul). Se trata de una formación vegetal poco exigente y resiste bien el frío invernal.

Hacia el N. este bosque se degrada al contacto con el medio polar: los árboles son progresivamente más escasos y achaparrados. En sus límites meridionales, la taiga cede el espacio a un bosque mixto, mezcla de coníferas y frondosas (robles, álamos).

El suelo de la taiga es el podsol, con aspecto de un conglomerado oscuro y capa blanquecina.

La pradera corresponde a la parte meridional del clima continental cuyos veranos son más cálidos. Es una formación natural herbácea que crece allí donde las condiciones son demasiado áridas para el árbol. Es una formación continua que se cubre en primavera de flores como lirios y tréboles; en otoño comienza a amarillear. Su suelo es el chernoziem (suelo negro), coloreado por el humus que procede de la putrefacción de las hierbas.

En la zona entre la taiga y la pradera aparecen los suelos pardos.

Los ríos tienen un régimen complicado, con un mínimo de aguas en verano

(evaporación), un segundo mínimo en invierno (retención nival), y aguas altas de primavera (fusión de las nieves). Pueden producir débâcles (grandes crecidas en épocas de deshielo).

Las formas del relieve se deben a los sistemas de erosión periglaciaria y glaciaria.

ZONAS POLARES

Para E. de Martonne, "climas fríos" son aquellos en los que la media mensual es negativa durante más de tres meses; resultaría así que Montreal, buena parte del Japón, centro de Estados Unidos y la mayor parte de Rusia y países limítrofes, habría que considerarlos como climas fríos a pesar de sus veranos cálidos, casi tropicales; se trata más bien de climas con invierno frío.

Según G. Viers, el límite de los climas fríos lo marca la isoterma de 10° en el mes más cálido.

La intensidad del frío polar se explica, en parte, por la naturaleza de la insolación, ya que los rayos solares caen con un ángulo de incidencia muy bajo, lo que hace que la mayoría de las zonas polares escape de ellos durante seis meses; así, la noche más larga dura 24 horas en el círculo polar, y se alarga progresivamente hasta alcanzar los seis meses en el Polo.

Se ha creído durante largo tiempo que las regiones polares eran el seno de altas presiones estables, que dirigían, en las bajas capas, un flujo zonal del E. A medida que aumenta la densidad y duración de las observaciones, se obtiene una imagen distinta.

La disimetría climática del Ártico se debe al hecho de que la circulación no es allí circumpolar, sino transpolar, por término medio. Durante buena parte del invierno, los anticiclones del Yukón y de Siberia oriental están soldados por una dorsal, mientras que en las aguas relativamente tibias del océano, las perturbaciones atlánticas avanzan hacia los mares de Kara y de Laptev para continuar en dirección a las bahías de Baffin y de Hudson. Estas perturbaciones afectan mayormente en verano a los continentes, en los cuales los meses más rociados son siempre julio y agosto, cuando domina en la cuenca polar un flujo débilmente perturbado desde el mar de Beaufort hasta el de Laptev. Como sea que el anticiclón siberiano es más extenso y durable que el del Yukón, hay más nieve en el lado canadiense que en el siberiano.

La Antártida queda ceñida en toda estación por un furioso cerco de vientos y de perturbaciones ciclónicas que circulan hacia los 60 de latitud. Aunque ni fijo ni permanente, un anticiclón suele coronar la altiplanicie oriental, de la que emanan dorsales de aire frío que bloquean la circulación zonal sobre el océano y regeneran en él las perturbaciones. En la parte baja de los promontorios continentales, en el flujo del O. -Tierra de Graham y Tierra Victoria- se estancan las depresiones. Frecuentemente las perturbaciones del frente polar afectan al continente, entre los mares de Ross y Weddell. Se repite así en la Antártida el esquema del Ártico, con un sector anticlinal seco y otro depresionario perturbado y nivoso.

Las temperaturas medias son muy bajas, salvo en los dominios oceánicos muy perturbados: mar de Noruega y océano Austral.

En las zonas frías, los vientos son de una extremada violencia, debido en parte a la ausencia de relieves en la banquise y los indlandsis. Las precipitaciones, en su conjunto, son escasas y solamente en forma de nieve. Ello se debe a la baja

temperatura del aire, que no puede contener mucho vapor de agua. Las excepciones conciernen a las regiones barridas por las perturbaciones ciclónicas del frente polar, donde la alimentación en aire húmedo se efectúa por el sector cálido. Se registran allí regulares y moderadas precipitaciones frontales. En los relieves a barlovento del flujo del O., los totales son más considerables (noruego). En otras partes no se alcanzan los 300 mm., con máximo en verano en los países continentales pasando a máximo invernal en Groenlandia y Spitzberg.

Todos los climas responden a bioclimas fríos, determinados no tanto por el frío de los inviernos, sino por el de los veranos: el mes más cálido tiene menos de +10° C. El aire, pronto saturado, sólo proporciona escasas precipitaciones.

Tipos de clima

Islandés

Es hiperoceánico. En el S. y O. de Islandia, debido a los elevados relieves, las precipitaciones orográficas son abundantes en ambos casos. El invierno es poco severo. En el hemisferio sur aparece mejor representado este clima. Las temperaturas difieren poco de invierno a verano (4° ó 5° en algunos casos), siendo suaves en toda estación. Son muy lluviosos en todas las estaciones, con predominio invernal.

Tanto este clima como el indlansiano, responden a un bioclima frío circumpolar, que se localiza en la margen de los casquetes polares. El aire es muy frío pero muy húmedo, más inestable, con una circulación ciclónica del oeste en verano. Muchos meses de estío alcanzan una temperatura que oscila entre 0 y +10 C. Esto justifica la existencia de una especie de prado bajo discontinuo: la tundra. En el hemisferio sur, afecta a pocas tierras, aunque muchos mares sufren estos tipos de clima.

Se localiza en Islandia, Islas Feroe en el hemisferio norte; Islas Macquerie, Georgia del Sur, Orcadas del Sur e Islas Kerguelen en el hemisferio sur.

Indlansiano

Las precipitaciones son poco abundantes, no rebasando generalmente los 80 mm., aunque pueden llegar hasta 600 mm. en las costas más expuestas de los indlansis. Las temperaturas son muy bajas incluso en el verano, por la radiación solar y por los helados vientos, pero la amplitud anual es considerable, superior a 30 .

Se localiza en los indlansis de Groenlandia y en la meseta oriental de la Antártida, siendo el clima más extremado de todos y perteneciendo como el anterior a un bioclima frío circumpolar.

Spitzbergiano

Es más frío que el islandés. El invierno no es muy frío y el verano supera los 5°. Es algo menos lluvioso que aquél, con un mínimo estival.

Ártico

Es muy frío y las temperaturas medias son muy bajas. Las máximas alcanzan a veces los 0°. Es muy poco lluvioso.

Angariense

El invierno es muy frío, alrededor de -38° aproximadamente, y el verano se calienta un poco, sin que la media rebase generalmente los 5. Como en el resto de los climas polares, las nieblas son frecuentes, las precipitaciones escasas, con máximo estival.

Se localiza en el N. de Canadá y de Rusia y también al norte de Alaska.

Estos tres últimos climas responden a un bioclima frío polar. La noche polar hace descender la temperatura del invierno de los casquetes a -30° en el Ártico y a -40° en el Antártico. Pero el verano, aunque con luz durante mucho tiempo, supera muy poco los 0° C. En la nieve, en los glaciares y sobre la roca se encuentran algunas plantas raras en pequeños grupos.

La vegetación que surge al fundirse la nieve y los hielos en verano es la tundra, constituida por organismos adaptados a un clima severo: líquenes, musgos, carrizos y juncos, un auténtico mosaico de asociaciones vegetales que dan lugar a un paisaje vegetal discontinuo.

Los suelos están permanentemente helados (permafrost).

CLIMAS DE MONTAÑA

La altitud altera profundamente cualquier tipo de clima. La temperatura disminuye $0,6^{\circ}$ por cada 100 m. La rarefacción del aire explica la disminución de la temperatura en altitud: la atmósfera enrarecida absorbe menos calor solar. Las bajas temperaturas de montaña no se deben, como en los medios polares, a la debilidad de la insolación, sino a insuficiencias de la propia atmósfera. La amplitud térmica diaria es siempre más débil en la montaña que en el llano, de lo que resulta que la amplitud estacional es menor.

La insolación varía según la exposición. En las montañas de la zona templada, la solana, o vertiente expuesta al sol, fuertemente soleada y calentada, se opone a la umbría o vertiente expuesta al N., mucho menos soleada y recalentada. Esto sólo es aplicable a las montañas de la zona templada, ya que en las tropicales, la eficacia de la insolación es en todas partes muy grande y el término exposición carece de sentido climático.

La amplitud térmica es pequeña en las cumbres pero elevada en los valles. La explicación de este hecho es muy simple: como el suelo se recalienta y enfría mucho más rápidamente que el aire, sobre todo si tiene poca densidad, el calentamiento o enfriamiento del suelo influye sobre las condiciones térmicas del aire que soporta, y es evidente que en los valles el contacto entre el suelo y el aire es mucho más extenso que en las cumbres. En invierno, con tiempo en calma, se observa en las montañas el fenómeno denominado inversión térmica; los valles están mucho más fríos que las cumbres a causa de que el aire frío, más pesado, se acumula en el fondo de los valles.

Del desigual calentamiento en valles y cumbres resultan vientos locales. Durante el día, el aire asciende del valle a la montaña; durante la noche, baja desde las cimas hacia los valles.

El aumento de las precipitaciones en montaña se debe al obstáculo del relieve: las masas de aire se enfrían al elevarse y originan lluvia y nieve. Las precipitaciones crecen hasta un óptimo pluviométrico, y luego decrecen hasta las altas cimas. El óptimo se encuentra hacia los 1.000 m. en los países tropicales, y

entre los 1.500 y 2.000 m. en los Alpes occidentales.

En el caso de un relieve perpendicular a los vientos lluviosos, la oposición es muy clara entre la vertiente que recibe los vientos de cara, muy lluviosa, y la vertiente a sotavento, resguardada de la lluvia.

Su bioclima es de montaña: en todas partes la temperatura disminuye con la altitud, pero mientras que las precipitaciones aumentan con la altitud en las regiones templadas, disminuyen acusadamente después de haber aumentado, en las montañas tropicales.

Tipos de clima

Montañas de la zona templada

Según su humedad se distinguen tres subtipos: alpino, atlásico y tibetano, cada vez más secos.

Alpino

Se caracteriza por sus inviernos nevados y fríos y por sus veranos frescos y lluviosos a altitud media. Es el más lluvioso y frío de los tipos templados. Se localiza fundamentalmente en los Alpes (Francia, Austria, Suiza). Las precipitaciones están en torno a los 1.200-1.400 mm., repartidas durante todo el año, con predominio ligero en verano y otoño.

Atlásico

Corresponde a las montañas secas de tipo mediterráneo en Europa, N. de África, Asia Menor, California y centro de Chile. Las temperaturas son más elevadas y las lluvias, generalmente de estación fría, caen por períodos espaciados. Las temperaturas oscilan entre 0° y 16°.

Tibetano

Afecta a las montañas secas asiáticas y también a una parte de las Rocosas estadounidenses. No se encuentra en el hemisferio sur. A los efectos de la aridez y de la altitud, se añaden, en este caso, los de continentalidad (30'7° en Pamirski Post). Las temperaturas mínimas oscilan entre los -17° y -6°; las máximas entre 13° y 17°. Este clima es muy seco, con precipitaciones del orden de los 59 a 250 mm.

Se localiza en el Tíbet, Turkestan chino y en las Rocosas.

Montañas de la zona tropical

Tanto los regímenes térmicos como los pluviométricos permiten la distinción de cuatro subtipos bien caracterizados: himalayo, colombiano, mejicano y boliviano.

Himalayo

Es el más húmedo de todos ellos. Afecta a las vertientes no protegidas de Asia tropical. La abundancia de las precipitaciones es en él tropical y los totales

excesivos. Las temperaturas oscilan entre 5'5° y 19°, y las lluvias, sin mes seco, conocen máximos exagerados en el Himalaya y Vietnam. Se localiza en el Himalaya y en Vietnam.

Colombiano (Ecuatorial de altitud)

Se caracteriza por amplitudes térmicas reducidas (0'5° en Quito y 0'9° en Bogotá), pero mayores amplitudes diurnas. Las temperaturas medias están alrededor de 13°. Respecto a las precipitaciones, el régimen se caracteriza por dos máximos equinociales y van de 1.000 a 1.300 mm. Se localiza en el Ecuador, Colombia y montañas de África ecuatorial.

Mejicano

Es un clima de mesetas tropicales, lo que explica dos de sus particularidades aparentemente extratropicales: las fuertes amplitudes térmicas - que deberían atenuarse con la altitud- y la escasa pluviosidad, siempre inferior a la de las áreas circundantes, lo que es menos sorprendente. Las fuertes amplitudes se deben a la sequía invernal que aporta heladas nocturnas, y a la insolación, todavía elevada a finales de la primavera. Los motivos de la sequía en las mesetas tropicales son los dispositivos orográficos en cubeta. El verano es la única estación húmeda. Las temperaturas oscilan entre 12° y 23°.

Se encuentran en el S. y E. de África, donde suplanta a los climas sudaneses y senegaleses, en Madagascar, en ciertos puntos del Decán y del S. de China, en las áreas elevadas de las mesetas de Brasil meridional, en las partes orientales menos secas de las montañas bolivianas, y en Méjico.

Boliviano

Las precipitaciones ocurren en la estación cálida, pero no afectan a más de cuatro meses; el invierno es totalmente seco. Las temperaturas, debido a la elevada altitud, son bajas (13° y 3°). Es muy seco: de 250 a 325 mm.

Se localiza en las altas tierras andinas, desde las mesetas peruanas hasta la Puna de Atacama.

La vegetación se escalona en pisos. En los Alpes, en el piso basal, por encima de los cultivos, hay bosques caducifolios de robles y hayas; entre los 800 y los 1.500 m., abetos; y entre los 1.500 y los 2.000 m., alerces. Por último, una pradera de altitud que deja paso a las nieves perpetuas.

Los ríos son de régimen nival con fusión de nieves en primavera.

MICROCLIMAS: EL CLIMA URBANO

Estudiados los climas zonales o macrolimas y los mesoclimas integrados en los anteriores, cabe hacer ahora una breve reseña de los MICROCLIMAS, y más específicamente del clima urbano.

La ciudad constituye la forma más radical de transformación del paisaje natural, pues su impacto no se limita a cambiar la morfología del terreno, sino que además modifica las condiciones climáticas y ambientales. Surge, así, un espacio eminentemente antropizado en el que la actuación del hombre se

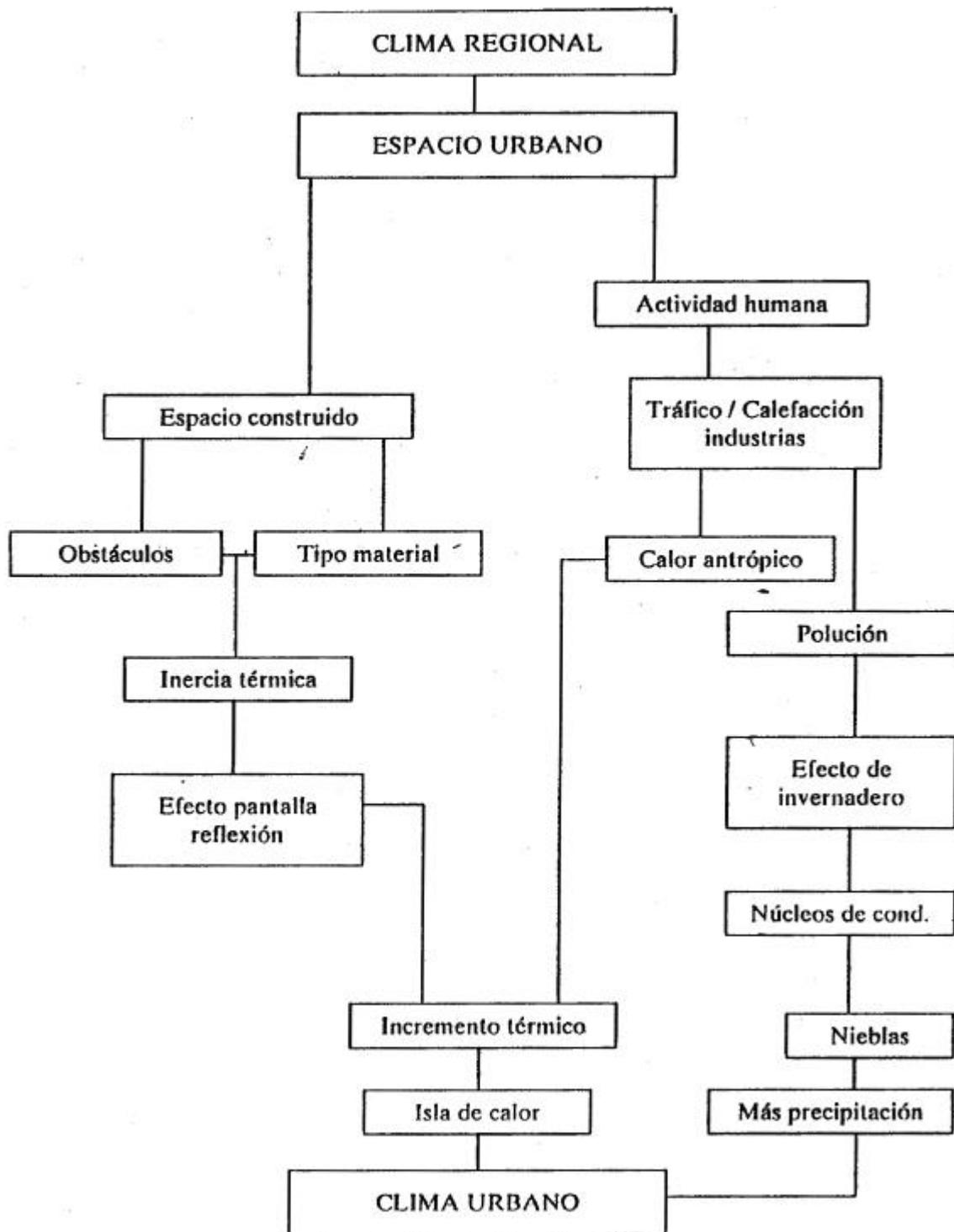
manifiesta en una doble vertiente: por un lado, las modificaciones que introduce directa y conscientemente, que tiene su mejor manifestación en el plano y la morfología urbanas; de otro, las que se derivan de este mismo espacio construido y las actividades que en él se desarrollan, cuyas manifestaciones más significativas son la contaminación y la aparición de un clima específico de la ciudad.

La definición de clima urbano se realiza en términos de comparación con su entorno próximo y es desde esta óptica como podemos generalizar el concepto a todas las ciudades, cualquiera que sea su localización, aunque cada una de ellas conserva los rasgos climáticos específicos de la región en la que se sitúa.

Los factores que controlan los diferentes procesos son, por un lado, los correspondientes al clima regional, que imponen el ritmo y la distribución temporal de los principales elementos climáticos y, por otro, los factores urbanos, que los modifican (Fdez. García, 1995).

En principio, la realización de calles, plazas, grandes edificios, e instalaciones industriales cambia por completo la topografía local, además de aumentar la rugosidad aerodinámica de la superficie. Por otro lado, el suelo natural es reemplazado por los materiales de construcción (hormigón, ladrillo, acero, vidrio, asfalto), de propiedades físicas muy diferentes y de conductividad térmica y capacidad calorífica mayores que los suelos del campo circundante, por lo que almacenan más calor bajo su superficie y lo liberan lentamente por la noche. A esta fuente de calor urbano se une por una parte el aporte artificial de energía mediante calefacciones, automóviles y fábricas, y por otra, la adición a la atmósfera de grandes cantidades de aerosoles que contaminan el aire urbano, dificultan la insolación y, en definitiva, modifican el balance de radiación (Cuadrat, 1997).

El siguiente MAPA CONCEPTUAL muestra los factores que intervienen en la formación del clima urbano.



PRINCIPALES AREAS AFECTADAS POR EL CLIMA

Estudiadas ya la zonas bioclimáticas, veamos cuáles son las principales áreas afectadas por el clima. La influencia del clima es muy amplia y todos los componentes del medio natural dependen de unas condiciones climáticas determinadas. Sin embargo, es preciso acotar las áreas de influencia a fin de poder analizar y describir los procesos y mecanismos que las caracterizan.

Cuatro son las áreas sobre las que las condiciones climáticas actúan más directamente (Fdez. García, 1995):

- 1) La vegetación natural y los cultivos son quizás los que de manera más acusada reflejan las condiciones del ambiente climático en el que se desarrollan. La producción vegetal y la distribución espacial de las especies está, en gran medida, condicionada por la distribución de precipitaciones y temperaturas y su ritmo vital depende de los regímenes térmicos y pluviométricos. El estudio de las relaciones del clima con la vegetación ha adquirido un gran desarrollo y ha dado nombre propio a dos aspectos del clima, la fitoclimatología y la agroclimatología. Diversos índices como la aridez, productividad y cálculo de balances hídricos constituyen el cuerpo principal de su metodología.
- 2) El relieve está condicionado por otros muchos factores diferentes del clima, pero éste influye de manera esencial en algunos de los procesos relacionados con ellos. Es el clima el que controla la evolución del relieve y los procesos morfogénicos que lo determinan, y la geomorfología climática está ampliamente desarrollada. Sin embargo, en los métodos de estudio, todavía son más geológicos que climáticos: la dificultad de integración deriva del tipo de información climática disponible que limita considerablemente su aplicación en este campo. Los graves problemas de desertización relacionados con la agresividad de las lluvias en los países subáridos ha dado un gran empuje a la investigación en este campo.
- 3) Respecto a la contaminación, el clima desempeña un papel importante en la difusión de los contaminantes y éstos, a su vez, parecen ser los principales causantes de los cambios climáticos a gran escala que se prevé puedan ocurrir. La preocupación por la salud y la calidad del aire en las zonas urbanas e industriales ha sido la principal razón del auge actual del estudio del clima en este campo.
- 4) El hombre, como el resto de los seres vivos, sufre las influencias del tiempo y del clima, aunque su capacidad de adaptación y transformación del medio le diferencia de los demás. A pesar de ello, la bioclimatología humana como ciencia interdisciplinar a caballo entre la física, la medicina y la climatología ha conocido un temprano y amplio desarrollo. La confortabilidad climática aplicada a los distintos ambientes en los que el hombre desarrolla sus actividades, es el principal objetivo de la climatología y su empleo en el diseño y la planificación urbana uno de los campos de reciente aplicación.

BIBLIOGRAFÍA DIDÁCTICA

- A.A.V.V.(1996): "Métodos y técnicas de la didáctica de la Geografía". *IBER. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*. Barcelona: Grao.
- CUADRAT, J. M^a. (1985): "Técnicas y comentario de gráficos y mapas sobre aspectos climáticos". *Aspectos didácticos de Geografía 1*. Zaragoza: I.C.E. Universidad de Zaragoza.
- GRAVES, N. J. (1985): *La enseñanza de la Geografía*. Madrid: Aprendizaje Visor.

MORENO JIMÉNEZ, A. y MARRÓN GAITE, M^a J. (1995): *Enseñar Geografía. De la teoría a la práctica*. Madrid: Síntesis.
PEJENANTE GOÑI, J. (1993): *Conocer, aprender y trabajar. El tiempo y el clima*. Barcelona: Cuadernos Octaedro.

BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA

ALBENTOSA SÁNCHEZ, L. (1991): *El clima y las aguas*. Madrid: Síntesis.
ARLERY, R., GRISOLLET, H. y GUIMET, B. (1973): *Climatologie*. París: Gauthiers-Villars.
BALLESTER CRUELLES, M. (1992): *Meteorología*. Madrid: Eudema Universidad.
BARRY, R. G. y CHORLEY, R. J. (1972): *Atmósfera, tiempo y clima*. Barcelona: Omega.
BIELZA DE ORY, V y OTROS (1994): *Geografía General*. Madrid: Taurus.
CÁNCER POMAR, L. A. (1999): *La degradación y la protección del paisaje*. Madrid: Cátedra.
CUADRAT, J. M^a . y PITA, M^a F. (1997): *Climatología*. Madrid: Cátedra.
DE BOLÓS, M^a . (1992): *Manual de Ciencia del Paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones*. Col. de Geografía. Barcelona: Masson.
DEMANGEOT, J. (1989): *Los medios "naturales" del globo*. Col. de Geografía. Barcelona: Masson.
DOLLFUS, O. (1975): *El espacio geográfico*. Col. ¿Qué sé? Barcelona: Oikos-tau.
DURAND-DASTÉS, F.(1972): *Climatología*. Barcelona: Ariel.
FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1995): *Manual de climatología aplicada. Clima, medio ambiente y planificación*. Madrid: Síntesis.
FUENTES YAGÜE, J. L. (2000): *Iniciación a la Meteorología y la Climatología*. Madrid, Mundi-Prensa.
FLOHN, H. (1968): *Clima y tiempo*. Madrid: Guadarrama.
GANDULLO, J. M. y SERRADA, R.(1987): "Mapa de productividad forestal de España", en *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Madrid: ICONA.
GAUSSEN, H. (1933): *Géographie des Plantes*. París: Armand Colin.
GEORGE, P. (1972): *El medio ambiente*. Col. ¿Qué sé? Barcelona: Oikos-tau.
GIBBS: "Definiendo el clima". *Boletín de la O.M.M.*, nº 3, 1987.
HENDERSON-SELLERS, A. y MCGUFFIE, K. (1990): *Introducción a los modelos climáticos*. Barcelona: Omega.
HUFTY, A. (1984): *Introducción a la climatología*. Barcelona: Ariel.
JANSÁ J. M^a . (1969): *Curso de climatología*. Madrid: INM.
KÖPPEN, W. (1923): *Klimakunde 1*. Traducción en 1923.
LEÓN LLAMAZARES, A. L (1979): *Atlas agroclimático nacional de España*. Madrid: M^o de Agricultura.
LÓPEZ BERMÚDEZ, F.(1988): "Desertificación: Magnitud del problema y estado actual de las investigaciones". *Monografía Sociedad Española de Geomorfología*. LÓPEZ BERMÚDEZ, F., RUBIO RECIO, J. M. y CUADRAT, J. M^a . (1992): *Geografía Física*. Madrid: Cátedra.
LÓPEZ BONILLO, D. (1997): *El medio ambiente*. Madrid, Cátedra.
MARTÍN VIDE, J. (1990): *Mapas del tiempo: fundamentos, interpretación e imágenes de satélite*. Barcelona: Oikos-tau.

- MARTÍN VIDE, J. (1991): *Fundamentos de climatología analítica*. Madrid: Síntesis.
- MARTÍN VIDE, J. y OLCINA SANTOS, J. (1996): *Tiempos y climas mundiales*. Barcelona: Oikos-tau.
- MARTONNE E. DE (1964): *Tratado de Geografía física*. Barcelona: Juventud.
- MEDINA, A. (1973): *Iniciación a la meteorología*. Madrid: Paraninfo.
- MILLER, A. (1977): *Meteorología*. Barcelona: Labor.
- MINGORANCE JIMÉNEZ, A. (1989): *Climatología básica*. Madrid: Akal.
- OLCINA SANTOS, J. (1994): *Riesgos climáticos en la Península Ibérica*. Madrid: Penthalon.
- OLGYAY, V. (1973): *Design with Climate. Bioclimatic approach to Architectural Regionalism*. Princeton: Princeton University Press.
- PAGNEY, P. (1982): *Introducción a la climatología*. Col. ¿Qué sé? Barcelona: Oikos-tau.
- PAPADAKIS, J. (1960): *Geografía agrícola mundial*. B.Aires, Méjico, Caracas, Bogotá, Río de Janeiro: Salvat.
- PÉDELABORDE, P. (1970): *Introduction á l'étude scientifique du climat*. París: SEDES.
- PLANS SANZ DE BREMOND, P. y FERRER, M. (1993): *Geografía Física. Geografía Humana*. Madrid: EUNSA.
- SALA SANJAUME, M^a. y BATALLA VILLANUEVA, R. J. (1996): *Teoría y métodos en Geografía Física*. Madrid: Síntesis.
- SORRE, M. (1947): *Les fondements de la Géographie Humaine*. París.
- STRAHLER, A. (1977): *Geografía Física*. Barcelona: Omega.
- TANCK, H-J. (1971): *Meteorología*. Madrid: Alianza Editorial.
- TOHARIA CORTÉS, M. (1981): *Tiempo y clima*. Col. Aula Abierta. Barcelona: Salvat.
- TURC, L.(1961): "Evaluation des besoins en eau d'irrigation, vapotranspiration potentielle". *Ann. Agronom.*
- UNESCO-FAO (1963): "Carta bioclimática de la zona mediterránea". *UNESCO-FAO*.
- UNESCO-FAO (1979): "Carta de la repartición mundial de las regiones áridas". *UNESCO-FAO*.
- VICENT, A. (1969): *La météorologie*. Col. Que sais-je? Paris: P.U.F.
- VIERS, G. (1975): *Climatología*. Barcelona: Oikos-tau,.