

Contribución al concepto de clima

Alberto Linés Escardó
Doctor en Ciencias
Físicas. Meteorólogo

Territoris (1998), 1:
203-213

Contribución al concepto de clima

Alberto Linés Escardó

Doctor en Ciencias Físicas. Meteorólogo

Resumen

No es fácil definir el clima; se han dado numerosas definiciones. El concepto de Sistema Climático es esencial para llegar a un claro concepto de clima y su estabilidad. El autor lo relaciona con la circulación general atmosférica y se analiza el diferente papel de la variable tiempo en la Climatología y en la Meteorología dinámica.

Abstract

Climate is not an easy to define concept; on the past, several definitions have been proposed. The concept of a climatic system composed by atmosphere, hidrosphere, litosphere, criosphere and biosphere is essential to get a clear conception of the climate and its stability. The author relates hereby to the general circulation of the atmosphere with some aspects of the climate. The different role of the «time» in problems of general climatology versus dinamic meteorology are discussed.

Recepción del manuscrito, noviembre de 1996

Introducción

Acerca de lo que es el clima, no siempre hay conceptos concordantes. Quizá por ello son muy numerosas las definiciones y es preciso señalar que han variado a lo largo de los años y no solo en aspectos puramente adjetivos. Pese a ello, se trata de un concepto que usamos continuamente, de esencial importancia en el conocimiento de los procesos atmosféricos, y por supuesto en las manifestaciones biológicas del Planeta.

Definiciones de clima

Muchas han sido las definiciones formuladas y, lógicamente, no todas han podido ser plenamente satisfactorias.

La etimología de la palabra clima es algo compleja. En griego, «klíma», es equivalente a **inclinación**. En latín hay varias acepciones. Para Apuleyo, clima es el «espacio de cielo» o **inclinación** que basta para producir una diferencia de media hora en la duración de los días. Para San Isidoro, clima viene a ser grados de latitud; en cualquier caso, habría que asociarlo con **inclinación**; tal vez por ello, la primera clasificación climática de que tenemos noticia la estableció Ptolomeo con criterios de latitud.

Humboldt, hacia 1845, establecía que «el término clima designa todos los cambios en la atmósfera que significativamente afectan la humana psicología» (1). Durante algún tiempo, clima fue sinónimo de temperatura, y aún encontramos tal acepción en autores del siglo pasado. Pero ya a finales del mismo aparecen aproximaciones más rigurosas al concepto de clima. Por entonces, está en pleno apogeo la Estadística, y no debe extrañar que las definiciones de clima de entonces tengan un fuerte condimento estadístico. Así, para Hann (2) es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre. Añade que «el clima comprende la totalidad de los estados verdaderos de la atmósfera, el conjunto de los tipos de tiempo». Entiende Monn, (3) que clima se concibe como un estado medio de los elementos de un lugar, y las variaciones ordinarias diurnas y anuales de los mismos.

Más recientemente, Conrad (4) establece que la Climatología física se ocupa de la física de los estados medios de la atmósfera, a diferencia de la Meteorología que estudia la física de cada estado o fenómeno individual de la atmósfera.

N. Sama (5) dice que clima físico de una comarca es el conjunto de las variaciones atmosféricas en el transcurso de los años. Haurtwitz y Austin (6) asumen el concepto de clima como una síntesis de las condiciones atmosféricas en un lugar.

Algo semejante dice Catalá (7), al definirlo como la síntesis, día a día, de los valores de los elementos que afectan a un lugar.

Landsberg (8) lo define como conjunto de estados de la atmósfera en un lugar dado o en un área dada dentro de un especificado periodo de tiempo.

Para Lorente (9) por clima de un lugar puede entenderse la situación atmosférica imaginaria que en un momento determinado reinaría en él, si la temperatura, la humedad del aire, el viento y los demás elementos meteorológicos tomaran precisamente los valores medios de la temperatura, la humedad, el viento, etc, observados durante un cierto periodo de años, lo más largo posible.

Para Contreras Arias (10), «clima es el conjunto de las características que definen el estado más frecuente de la atmósfera y la distribución de los fenómenos meteorológicos, a través del año, en un lugar de la superficie de la Tierra».

Sorre (11) define el clima como «el ambiente atmosférico constituido por la serie de estados de la atmósfera sobre un lugar en su sucesión habitual».

Köppen (12) aporta esta definición: «Clima es el estado medio y proceso ordinario del tiempo de un lugar determinado».

Pédelaborde (13) compara las definiciones de Sorre y Hann; concibe el clima a partir de una combinación de los elementos meteorológicos y sus tendencias en lo que tienen de dominantes y permanentes.

A. S. Monin (14) ofrece la definición de clima como «un conjunto estadístico de estados del sistema atmósfera, tierra, océano durante un periodo de tiempo de varias décadas».

Thornthwaite (15) introduce el concepto de evapotranspiración y con ello aporta la introducción de conceptos afines a la Biología, y así define el clima como la «integración de los factores meteorológicos y climáticos que concurren para dar a una región su carácter y su individualidad». Puede ser objetada la inclusión del término «climático» en la anterior definición.

En la Enciclopedia de la Ciencia y la Tecnología (Salvat, 1944) aparece esta idea, firmada por J. Jansá G.: «el clima de una región se refiere a la totalidad de las condiciones atmosféricas sobre un cierto tiempo, no sólo a las condiciones medias, sino también a su variabilidad».

Para Ruiz de Elvira (16), «clima es la secuencia temporal de los estados instantáneos del tiempo atmosférico».

En el Diccionario de la Lengua Española, podemos leer : Clima, conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región. 2. Temperatura particular y demás condiciones atmosféricas y telúricas de cada país (Vigésima primera edición, 1992).

Font (17) insiste en la dificultad en la definición de clima y alude a la diversidad de enunciados.

Poncelet añade la idea de fluctuación en la definición de clima, mas apropiada quizá que la variabilidad y formula esta definición: «Es el conjunto fluctuante de elementos físicos, químicos y biológicos que caracterizan la atmósfera en un lugar y su influencia sobre los seres vivos»; esta definición se aproxima mucho y parece inspirar a la que figura en la Guía de Prácticas de Climatología de la Organización Meteorológica Mundial: «Clima es el conjunto fluctuante de condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y la evolución del tiempo, en el curso de un periodo suficientemente largo en un dominio espacial determinado». Y en las actas de la Conferencia Mundial del Clima, en 1979, se define el clima de forma algo diferente: «Es la síntesis de los fenómenos meteorológicos en todo un periodo suficientemente largo , estadísticamente, para establecer su conjunto de propiedades estadísticas (valores medios, varianzas, probabilidades de los fenómenos extremos etc); es en gran parte independiente de cualquier estado instantáneo».

Ofrecida por la OMM una definición, que en alguna manera tiene carácter que pudiéramos llamar oficial por su procedencia, su aceptación entra en las reglas del juego en principio, lo que no quita para que pueda ser evaluado su contenido; es preciso reconocer que no acaba de convencer a todo el mundo. En primer lugar el concepto de «conjunto» es casi tan amplio como queramos. La teoría de conjuntos que aparece en 1880 con Cantor; no bien recibida entonces, acabó por imponerse, pese a las paradojas, como la de Russel (18). Por supuesto que, para evitar ambigüedades, es preciso que los elementos del conjunto se definan en forma inequívoca y unívoca, algo que a duras penas puede aceptarse en la anterior definición. Por otra parte el concepto «estados» es también muy amplio; las cosas podrían simplificarse si nos refiriéramos a los estados susceptibles de parametrizar.

El propio Peixoto (19), parafraseando a San Agustín al tratar de definir del tiempo, dice: «Quid est CLIMA ? Si nemo a me quaerat, scio!. Si quaerenti explicare velim, nescio!». ¿Que es clima? Si nadie me lo pregunta, lo se. Si me lo preguntan y trato de explicarlo, no lo se». Gibbs (20), en otra línea, llama la atención sobre la ambigüedad acerca de tiempo y clima.

Así como el término clima ofrece dificultades en la precisión de sus especificaciones, éstas aparentan allanarse cuando aparece adjetivado. Por ejemplo, Martonne no tiene inconveniente en definir clima caliente como aquél en que la temperatura media anual del aire es mayor de 20°C. Y en muchas de las clasificaciones climáticas, a cada tipo de clima se le asigna un calificativo, y ello es aceptado sin dificultades por los climatólogos.

Clima y climatología

Tampoco parece haber dificultades a la hora de hablar de la palabra Climatología. Mas aún, muy autorizados autores parecen evitar en alguna forma el entrar en el concepto exacto de lo que significa clima, pero emplean sin la menor reserva y generalmente no se

encuentra dificultad con el término «Climatología». Ello pudiera parecer un contrasentido, pero no lo es; no estamos muy seguros de lo que es clima pero sí sabemos de qué se trata cuando hablamos de Climatología. Ciertamente que ello no constituye excepción y situaciones análogas se encuentran en otras ramas de saber. Por ello tal vez no sea la peor de todas las definiciones de clima la siguiente: Clima es el objeto específico de estudio de los buenos climatólogos, entendiendo por tales los así conceptuados en la comunidad científica internacional.

Si no hay muchos reparos en hablar de Climatología, menos hay en referirnos a sus especialidades: analítica, dinámica, sinóptica u otras. Cada una persigue un objetivo y tiene unos fines no muy difíciles de definir. Jansá (21) gusta referirse al objeto de la Climatología desde varios puntos de vista: el ecológico, el estadístico, el físico y otros, y los establece con claridad.

Claro que el empleo del término «Climatología» ofrece también algún tipo de riesgos. No es raro que al abordar ciertas disciplinas, se confundan los contenidos con los métodos. El estudiante de Física a veces pone más esfuerzo mental en el aparato matemático que en el significado de las fórmulas. En ocasiones, este aparente desvío puede proceder incluso del planteamiento inicial de la materia. Así, hay ciencias donde es difícil la confusión, como en la propia Lógica donde por definición, *logike*, del griego, que sobrentiende *techne*, es el arte del razonamiento, y está claro su objeto. Otras disciplinas, en cambio, versan sobre metodologías y técnicas para abordar el objeto de su estudio, y son aquellas donde el «logos», tratado, resulta esencial. Esto se da en alguna forma en el caso de la Meteorología y por supuesto, la Climatología. Cuando una rama del saber se especializa, añade al vocablo principal la terminación «logía» y entonces aparece una nueva rama del conocimiento.

El «logos», aparenta tener connotaciones con el método, y de ahí pueden aparecer confusiones, y más aún en la Climatología, cuando todavía existen reticencias y diferentes puntos de vista acerca de la propia definición y de lo que significa la palabra clima. Puede darse el caso de confundir el propio estudio del clima con la metodología y técnicas empleadas para su conocimiento.

Otro desvío que a veces se presenta consiste en tratar como temas de Climatología algunos que no lo son. Tal vez sea oportuno recordar que, en las numerosas definiciones de clima que antes hemos citado, la casi totalidad, quizá con la sola excepción de la primitiva de Ptolomeo, hacen referencia a hechos, estados o condiciones atmosféricas o fenómenos directamente relacionados con ellos. Es decir, el clima es algo que atañe primordial y fundamentalmente a la atmósfera, aunque no exclusivamente a la atmósfera. No debe extrañar que la Climatología haya ido de la mano de la propia Meteorología y que, sin un conocimiento de ésta, no pueda profundizarse en aquella.

Clima y sistema climático

Ha permitido dar pasos importantes en el conocimiento del clima, el abordarlo en el marco del sistema climático. Pudiera resultar algo extraño el hecho de que esté más claro conceptualmente lo que es el sistema climático y lo que en realidad es el clima.

Sin embargo, ha despejado muchas cosas el concepto de sistema climático. Más aún, para profundizar en el concepto de clima, es preciso no polarizarse en la atmósfera, aunque como va dicho juega un papel protagonista. Así, en los últimos decenios, las mejoras en los medios de observación han llevado a la convicción de que los fenómenos

atmosféricos así como los climáticos, para su plena comprensión, sólo pueden ser planteados a escala global. El planeta Tierra es un todo, y sus diferentes partes están estrechamente relacionadas entre sí.

En realidad, es ventajoso concebir a la atmósfera como parte integrante de un complejo sistema formado por la propia atmósfera, la hidrosfera, la superficie terrestre o litosfera, la criosfera y la biosfera. De este sistema, prescindiendo de momento de la biosfera, el componente más sensible es la atmósfera (22). Por referirnos sólo a la temperatura, no es raro que en un día soleado de primavera la oscilación diaria de la temperatura alcance los veinte grados, mientras que a medida que penetramos en el suelo, la oscilación térmica va disminuyendo de forma rápida, y en el mar, sólo es perceptible en las capas más superficiales. Y las grandes masas de hielos son sumamente lentas ante los cambios térmicos.

La mayor sensibilidad atmosférica es debida a su menor capacidad calorífica. Si una columna de aire descansa sobre el océano, teniendo en cuenta su masa y el calor específico del aire, resulta que la capacidad calorífica de dicha columna de aire vendría a ser menor que otra de agua del mismo diámetro y de unos dos metros y medio de altura. Suponiendo con A.S. Monin que la capa de aguas oceánicas implicadas en los cambios climáticos a lo sumo llega a unos 240 metros de profundidad y la del terreno unos diez metros, las capacidades caloríficas de los componentes del subsistema atmósfera-océano-suelo vendrían a estar en la proporción 1: 68,5 :0,45. Estos componentes mantienen un régimen de intercambio energético.

Un cambio significativo en un componente del sistema induce a cambios en los restantes, hasta que pueda alcanzarse un nuevo de equilibrio.

El sistema climático podemos considerarlo como un sistema dinámico integrado por los cinco componentes interactivos citados, que con mayor propiedad podríamos denominarlos subsistemas; son abiertos, y no aislados, puesto que reciben energía solar a través del espacio, pero en la práctica son aislados en cuanto a materia. Actúan interrelacionados por complejos procesos físicos que incluyen flujos de energía y de materia; generan a veces mecanismos de realimentación, positiva o negativa. Hay que señalar que los componentes del sistema climático son termodinámicamente heterogéneos, caracterizados por su composición química y su estado mecánico y termodinámico (23).

Para el estudio del sistema climático, es preciso parametrizar, en general en forma tridimensional, determinadas variables, según necesidades específicas del cada problema. Las variables más usuales para dicho estudio, en la atmósfera, son la presión, temperatura, viento, humedad, nubosidad, contenido de agua sólida y líquida en las nubes, vorticidad y composición química del aire. En el océano son precisas variables tales como corrientes marinas, salinidad, contenido de bióxido de carbono y, según los casos, medidas de fitoplancton. Y en la litosfera, temperatura superficial, albedo y en las capas más profundas, humedad, textura y a veces capacidad calorífica. Los criterios de parametrización en la criosfera y en la biosfera son complejos y función del estudio a realizar.

Todos estos parámetros, aplicados a espacios supuestamente homogéneos, ofrecen un caos, un enorme número de posibles estados del sistema, de modo que su tratamiento debe ser abordado estadísticamente. Éste es el planteamiento de la definición de clima de A.S. Monin, antes citada.

En cualquier proceso de un sistema dinámico, hay un estado inicial o condiciones iniciales de partida y un estado final. Cuando todos los estados finales forman parte del mismo conjunto que los estados iniciales, o llevan al mismo conjunto de propiedades

estadísticas, el sistema se llama transitivo o ergódico. Los procesos cíclicos o periódicos son ergódicos. Un sistema es intransitivo cuando los estados iniciales llevan en general a estados finales que no pertenecen al conjunto de estados iniciales. Ello supone cierta irreversibilidad en los procesos. Y finalmente, podemos definir un sistema cuasi intransitivo a un sistema transitivo que, no obstante, puede alcanzar diferentes conjuntos estadísticos de estados a partir de estados iniciales distintos, a través de una evolución larga, pero finita.

Problema capital en el sistema climático es conocer su carácter. No se puede afirmar rotundamente si es intransitivo; todo parece indicar que un sistema cuasi intransitivo.

Lo que sabemos acerca del sistema climático no resuelve todas las dudas que podamos tener acerca de lo que es el clima; aclara, sin embargo, muchos aspectos conceptuales.

Clima y tiempo cronológico

El clima de un lugar viene marcado por lo que la atmósfera tiene de permanente en el mismo, frente a lo contingente del día a día del tiempo atmosférico; el calendario trae imágenes diferentes de la atmósfera (24). En varias de las definiciones de clima se hace referencia a un plazo de tiempo, diríamos que para cuantificar valores de determinados parámetros. En el caso de tratarse de elementos del clima, tales como la temperatura, la precipitación, la presión y otros que han de recibir tratamiento estadístico, la Organización Meteorológica Mundial recomienda plazos de 30 años. Monin habla de «varias décadas»; en la definición que denominamos oficial, se habla de «un periodo suficientemente largo». Hay sin duda algo de convencional o de artificioso en todo ello.

El concepto de sistema climático puede arrojar algo de luz a la hora de tratar de objetivizar en alguna manera los períodos de tiempo. Cuando el sistema climático se encuentre estabilizado, los valores medios, y lo mismo podríamos decir de los más frecuentes, podrán obtenerse en función de un número convencional de años; pongamos los 30 recomendados. Podrá haber algunas diferencias en los valores medios según los periodos de 30 años, o los que fueren, que hayan sido elegidos, aunque por pragmatismo serán más convenientes los recientes. Las diferencias de las medias según los períodos empleados, entrarían dentro de las fluctuaciones climáticas. Es decir, con el sistema climático estabilizado, elegido el periodo para valores medios, la amplitud de la fluctuación queda establecida.

Cuando el sistema pierde la estabilidad, se dice hay un cambio climático: entonces habrá que hacer la salvedad de que los valores promedio están en transición y, de emplearse valores medios de un periodo estable, deberá tenerse en cuenta que pueden no ser plenamente satisfactorios para todos los propósitos.

Clima, climatología dinámica y climatología sinóptica

Albentosa (25), en un extraordinario y minucioso estudio sobre la evolución histórica del concepto de clima, así como Capel (26) discuten aspectos del estudio del clima desde el punto de vista analítico y el dinámico. Albentosa señala que la Climatología analítica o tradicional se ha basado en la consideración de la marcha de los fenómenos atmosféricos por la superposición de dos efectos: el normal, considerado como principal, y

la perturbación o anormalidad. El citado autor se decanta por la necesidad de una sólida base de Climatología dinámica para abordarse en profundidad el estudio del clima de un lugar. Señala que la Climatología dinámica precisa del conocimiento de la circulación general atmosférica. Aún iríamos más lejos y nos atreveríamos a decir que precisamente el objeto de la Climatología dinámica es esencialmente el estudio de la circulación general atmosférica y su aplicación a escala regional.

Partiendo precisamente del concepto de la circulación general, apuntaríamos para el clima esta definición: el clima de un determinado lugar es la síntesis de la circulación general en el mismo. Esta definición precisaría matizaciones en el caso de microclimas en espacios muy pequeños. En cualquier caso, el microclima se inscribe en el marco de un mesoclima.

La Climatología sinóptica ha caído algo en desuso, pero tuvo un gran momento entre los años treinta a los cincuenta. Durst (27) recuerda que Bergeron propuso en 1930 el uso de las masas de aire para describir el clima de una región. En la práctica las dificultades de esta metodología no son pequeñas: entre otras, la necesidad de una definición universal de masa de aire, complicación con los fenómenos frontales y en general con los asociados a la convección, a veces muy complejos, por ejemplo en el Mediterráneo (28). Por parte de meteorólogos alemanes, la Climatología sinóptica especialmente los trabajos de Dinies (29) fueron empleados para la diagnosis diaria en la predicción del tiempo. En la Segunda guerra mundial la falta de información fue suplida en parte con la Climatología sinóptica. Lansberg, Belasco y otros autores hicieron también importantes aportaciones en este tema.

La variable tiempo en el clima

La Meteorología dinámica, el Análisis y la Predicción del tiempo estudian las variables atmosféricas en función del tiempo, del cronos. La variable t es fundamental y para el pronóstico, una vez parametrizado el estado atmosférico, en la aplicación de los modelos empleados se incrementa dicha variable en un número de horas o días. El tiempo, cronos, es variable esencial y aún en las predicciones puramente empíricas, en alguna forma está presente.

En la Climatología, el planteamiento de la variable tiempo es muy distinto. Se parte de la variabilidad con el tiempo de los diferentes parámetros atmosféricos, pero en el discurso de lo climatológico, se hace lo imposible para prescindir de dicha variable tiempo. Como los estados atmosféricos son infinitos, se recurre a planteamientos estadísticos, no siempre sencillos como en el caso de la circulación general atmosférica, piedra angular de la Climatología dinámica. Los algoritmos estadísticos pueden ser un recurso para eliminar el tiempo, pero por supuesto, no es el único, y queda un largo trecho por recorrer para encontrar otros medios que nos permitan separar de las variables atmosféricas en un lugar o región, lo que tienen de contingentes. En la medida en que hablemos de lo permanente, estamos refiriéndonos al clima, mientras que si lo esencial es la dependencia de t , nos encontramos en la Meteorología clásica o si se quiere, en la operativa. La eliminación del tiempo es fundamental para conocer el clima en un periodo de estabilidad.

La eliminación del parámetro tiempo y el estudio en sí mismos y con relación al medio, de los elementos atmosféricos, lo que constituye el objeto de la Climatología, debe hacerse en el contexto de unas condiciones de equilibrio, o cuasi equilibrio, en el sistema climático (30).

Predicción del clima y modelos de circulación general

Una de las formas de eludir la variable tiempo, aunque parezca una paradoja, es «saturarse» de la misma o, mejor aún, agotarla, por decirlo de alguna manera. Ello podría lograrse si pudiéramos representar, como en una película, todas las situaciones atmosféricas posibles, de manera que la secuencia de las mismas, la repetición de situaciones, permitiría hacer una síntesis de la circulación general atmosférica, y por tanto, del clima. Se podría suponer hipotéticamente que, si pudiéramos tenerlas todas presentes a la vez, habríamos en cierto modo superado la variable tiempo.

Algo de esto es lo que vienen a hacer los GCM cuando se ruedan decenas de años. Hoy por hoy, tales modelos de circulación son la mejor y más eficiente herramienta para la predicción climática, que en cierto modo es diagnosticar las condiciones de equilibrio en el sistema climático. Dichos modelos, en un periodo de tiempo suficientemente largo, representan los estados atmosféricos previsible a largo plazo, las situaciones repetitivas y, en una palabra, las tendencias climáticas. En buena parte, gracias a los modelos, hoy tenemos una idea de lo que puede ser o suponer el cambio climático en el próximo siglo, en las hipótesis de unos determinados escenarios.

Cierto que los GCM tienen sus limitaciones, y no son precisamente pequeñas. Acaso la primera, y no la menos importante sea de tipo conceptual. En los programas de los GCM encontramos las leyes físicas del sistema climático o al menos parte de ellas. Son leyes rigurosamente físicas a las que se aplican criterios físicos. Hay pues un contexto determinista en la concepción del modelo. Sin embargo, el punto de partida, el valor inicial del tiempo y la red de datos sobre los se aplican tales leyes, tienen algo de aleatorio en su selección. Vienen afectados por una representatividad que no puede ser garantizada con rigurosidad. Además se aplica una concepción continuista, típica de las leyes físicas empleadas, a una base de partida discreta; cierto que en las ciencias aplicadas tal cosa es nada infrecuente.

Otro reparo a los GCM está en su «prepotencia». Al poder utilizar modelos inspirados en los costosísimos empleados en la predicción del tiempo, las razones económicas no están ausentes al tratar de ensayar otras vías. En cualquier caso, a la hora de valorar los resultados y sacar conclusiones sobre el futuro del clima, considerado como una síntesis de toda la circulación general, se hace muy necesario tener presente las limitaciones de este tipo de modelos.

Bibliografía

1. *Compendium of Meteorology*. AMS. 1951, pág 1113.
2. Hann. *Handbuch der Klimatologie*, Viena 1882.
3. A.Linés. *Climatología Aeronáutica*, Col. Temas Aeronáut. 1992.
4. V. Conrad. *Fundamentals of Physical Climatology*. Harvard University P. 1942.
5. N. Sama. *Predicción del Tiempo en Agricultura*. E. Calpe 1921
6. B. Haurwitz y J. Austin. *Climatology*. McGraw-Hill, N. Y. 1944
7. J. Catalá. *Introducción a la Meteorología*. Ed. Alhambra 1987.
8. H. Landsberg. *Handbook of Meteorology, sec XII*. McGraw-Hill, N. Y. 1945
9. J. M. Lorente. *Meteorología*. 4ª ed. E. Labor 1961.
10. A. Linés, Ob. citada.
11. M. Sorre. *Sur la Conception du Climat*. Montpellier, 1936.
12. W. Köppen. *Climatología*. México-Buenos Aires, 1948.

13. P. Pédelaborde. *Introduction a l'Etude Scientifique du Climat*. SEDES, 1970.
14. A. S. Monin. *An Introduction to the Theory of Climate*. Reidel Publishing Co. Acad. Publishers Group.
15. C. W. Thornhwaite. *An Approach toward a rational Classification of Climate*.
16. A. Ruiz de Elvira. *Curso sobre Cambio Climático en la Región Mediterránea*, Fundación Areces, 1995
17. I. Font. *Climatología de España y Portugal*, INM 1983.
18. E. Linés Nogueras. *Ej. de A. matemático*, Madrid 1949.
19. Peixoto. «Quid est clima?». Conf. Magistral Sesión Climatología OMM, Lisboa, 1989.
20. W. J. Gibbs. «Definiendo clima». *Bol. OMM*, 1987.
21. J. M. Jansá Guardiola. *Curso de Climatología*. I.N.M. 1963
22. A. Linés. *Cambios en el Sistema Climático*. INM S. A-138. 1990
23. Peixoto. Ob. citada.
24. L. G. Pedraza. «Clima y calendario». *Bol. Clim. SMN*. Agosto 1963
25. L. M. Albentosa. «Evolución Histórica del Concepto de Clima y Métodos de Estudio». Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española. Tarragona, 1975.
26. J. J. Capel. *Los Climas de España*. Col C. Geográficas, 1981.
27. C. S. Durst. «Climate: The Synthesis of Weater». *Compendium of Meteorology*. AMS 1950.
28. A. Jansá Clair, C. Ramis, S. Alonso y M. A. Heredia. «Convección sobre el Mediterráneo Occidental. Estudio Sinóptico». *Revista Aso. Meteorológica Española*, jun 1986.
29. E. Dinies. «Luftkörper-Klimatologie». *Aus. Arch. Dtsch. Bd.* 50. Nr. 6, 1932.
30. A. Linés. «Determinismo en las Leyes, Aleatorio en los Datos». *Bol. Asociación Meteorológica Española*, 1995.

