

EL ESTUDIO FITOCLIMATICO EN MONTAÑA

Concepción Fidalgo Hijano

Lan honek ikuspegi bikoitza planteatzen du: mendialdea karakterizatzeko metodo fitoklimatikorik egokienei buruzko gogoeta, haren ezaugarri bioklimatiko bereziak kontuan harturik; eta gaiari buruzko obra garrantzitsuenen bilduma bibliografiko ugaria, osoa ez bada ere, agerkariak eskaintzen duen lekua arabera.

Este trabajo se plantea desde una doble perspectiva: una reflexión sobre los métodos fitoclimáticos más adecuados para la caracterización del espacio montañoso, dadas sus peculiares características bioclimáticas; y una abundante recapitulación bibliográfica, si bien incompleta dada la amplitud permitida en la publicación, de /as obras más importantes sobre el tema.

Ce travail est présenté sous un double point de vue: il constitue une réflexion sur les méthodes phyto-climatiques les plus appropriées pour caractériser l'espace montagneux, étant données ses caractéristiques bioclimatiques particulières, ainsi qu'une récapitulation bibliographique abondante mais incomplète, en raison de l'extension accordée pour la publication aux plus importants ouvrages sur ce sujet.

1) LA MONTAÑA, SISTEMA DE INTERACCION FITOCLIMATICA

La definición de E. Martínez de Pisón (1980, p. 29) de la montaña como "... una gran superficie irregularmente dispuesta, sometida a una intensa inestabilidad del aire, el agua, los derrubios, la cobertura vegetal, y con una compartimentación morfotectónica que constituye su medio", se ajusta perfectamente a sus características esenciales: rugosidad, inestabilidad, diversidad, turbulencia y compartimentación, puesta de manifiesto también por otros autores (T. Bullón Mata, 1981; Bertrand y Dollfus, 1973).

La montaña ha de ser entendida como un sistema espacial dinámico en el que se establecen múltiples interconexiones entre todos los elementos que lo constituyen. En este marco geoecológico (según la concepción de la Geoecología de Troll, 1966) el fitoclima concebido dinámicamente se erige en expresión válida de ese juego de interacciones que se genera entre los elementos ecológicos o medio-ambientales y la biocenosis.

Concepción dinámica del fitoclima que lo define como el resultado de la acción de los múltiples factores que operan en el medio natural y cuya conjunción supone la delimitación de unos rasgos ecológicos en los que las características climáticas, sujetas a las modificaciones que sobre ellas ejercen otros elementos abióticos (suelo, pendiente, etc.) y bióticos (vegetación), expresan de modo eficaz las potencialidades que el medio ofrece cara al asentamiento vegetal.

El espacio montañoso presenta unas características fitoclimáticas propias puestas de manifiesto en la compartimentación altitudinal del espacio y resultado de la incidencia del factor topográfico sobre los otros factores.

Así pues todo estudio fitoclimático en montaña habrá de basarse en la caracterización del clima a través de las "matizaciones" que otros elementos le infieren, esencialmente el suelo y el relieve. Aquel o aquellos métodos que operen con un mayor número de variables naturales permitirán una mayor aproximación al medio ambiente real.

Por su parte la vegetación en montaña presenta la típica disposición escalonada en sentido altitudinal, pisos, que en numerosas ocasiones ha servido para definir por sí sola el medio montañoso. Las modificaciones de los biomas en altitud han sido objeto de numerosas investigaciones, subrayamos entre ellas las de Troll, quien se refiere al estudio de la vegetación de montaña con una denominación tan sugerente como: *los biomas y la tercera dimensión del espacio*. Denominación que Braque (1987) retorna para titular el capítulo correspondiente de su obra sobre *Biogeografía de los continentes*.

Cabe señalar la existencia de dos tendencias diferentes:

- la primera considera que la sucesión de formaciones vegetales que se observa a medida que se asciende por una vertiente montañoso es efecto de la altitud y por tanto aunque se trate de concepciones de naturaleza fisionómica, es de significación esen-

cialmente térmica. Rivas Martínez (1987, p.35) define piso como "...cada uno de los tipos o espacios termoclimáticos que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal". En definitiva con esta actitud se sigue la postura de Ozenda de que los pisos de vegetación son de naturaleza térmica y que el término piso debe reservarse para "unidades que se suceden verticalmente" como consecuencia del descenso de temperatura que ocasiona el aumento de la altitud, relegando los ombroclimas a subdivisiones, importantes, pero subordinadas, de los pisos de vegetación.

- la segunda, inspirada en Emberger, destaca el significado bioclimático global de los pisos de vegetación y considera que una definición exclusivamente térmica de los mismos es insuficiente. Defiende la caracterización ombroclimática de los pisos de vegetación y reduce las temperaturas al papel de simples variantes térmicas.

Es necesario a este respecto reseñar el artículo de Thouret (1984) como un buen ejemplo de la contestación al tratamiento tradicional de este tema. Según este autor la disminución de la temperatura con la altitud determina en primera instancia los elementos bióticos del escalonamiento en los ecosistemas montañosos pero al mismo tiempo existen variables físicas principales, que acentúan el carácter anisótropo del escalonamiento: la posición de las vertientes en función del flujo de las precipitaciones; la pendiente y la exposición, la topografía y el modelado, y por último el sustrato edáfico. Su papel discriminante o corrector permite definir una perspectiva biogeográfica o geográfica del escalonamiento.

A partir de la perspectiva geográfica integrada se reconoce que el escalonamiento no depende tan solo de la ley de disminución térmica pues, por numerosos que sean los fenómenos determinados por el gradiente térmico-altitudinal, no constituyen por eso más que un aspecto de las leyes ecológicas del medio montañoso.

La caracterización ombroclimática de los pisos de vegetación permite con gran precisión definir las características, exigencias y tolerancias climáticas de un tipo concreto de especie o formación vegetal. Al mismo tiempo que permite representarlo gráficamente de un modo expresivo y de fácil comprensión.

Por lo tanto abogamos por una definición bioclimática de los pisos de vegetación renunciando a la puramente fisionómica, lo cual, indudablemente, lleva a plantearse la posible y lógica diversidad interna debida según Sobron (1987) a la combinación de los diferentes efectos generados por la altitud, orientación, pendiente y características topográficas que determina importantes cambios medioambientales en las áreas de montaña, responsables directos de las variaciones que sufre el tapiz vegetal.

1.1 Métodos para el estudio fitoclimático en montaña

Los análisis sobre aspectos meramente climáticos de montaña son numerosos, como también los métodos utilizados en los mismos. El primer problema a abordar ha sido tradicionalmente la delimitación del clima de montaña como tipo climático especial; a partir de ahí los estudios bioclimáticos o fitoclimáticos de montaña se han centrado por excelencia en la descripción y distribución de la vegetación en altura, es decir en los pisos bioclimáticos; y en la clasificación climática concediendo especial interés a la vegetación como indicador,

La información meteorológica disponible suele presentar serios inconvenientes: escasez de años registrados, falta de continuidad, redes básicamente urbanas, etc. A ello se une la ausencia de información sobre algunas variables de indudable interés fitoclimático como la intensidad y la duración de la radiación solar, el estado del aire, viento, etc., lo que hace necesario recurrir en la mayor parte de los casos a centrar el estudio en los datos de temperaturas y precipitaciones.

Todo ello sin tener en cuenta el problema esencial, puesto de manifiesto por numerosos autores (Margalef, 1981, Walter, 1977) sobre la escasa validez de las observaciones meteorológicas ordinarias para recrear el clima en el que se desarrolla las actividades de los organismos. Para Walter los factores climáticos medidos por los meteorólogos ejercen una acción manifiesta sobre la vegetación, allí donde no se ven alterados por las condiciones del relieve y del suelo.

La escasez e inadecuada ubicación de estaciones termopluviométricas fiables (la mayor parte de las estaciones de montaña son sólo pluviométricas) y con un número de años suficientes ha determinado la utilización de distintas técnicas para calcular aquellos valores de los que no poseemos información:

- cálculo de gradiente térmicos y pluviométricos (F. Fernandez, 1989, C. Ferreras, 1989).
- uso de un coeficiente de correlación para determinar la precipitación media total de aquellas estaciones en las que si bien carecemos de la serie completa de datos, poseemos series parciales (C. Polo Maragato y otros, 1981).
- establecimiento de la relación altitud-descenso de la temperatura mediante rectas de regresión y el correspondiente coeficiente de correlación, o bien ajustado curvas logísticas al fenómeno estudiado (J. Alonso Fernandez y otros, 1981).
- utilización de la relación entre la amplitud térmica diaria y las precipitaciones mensuales (J. Gentili, 1980) para suplir la falta de datos sobre radiación solar y sobre todo irradiación nocturna.
- elaboración de rectas de regresión temperatura/cota con el fin de poder dilucidar el tipo climático, piso bioclimático y ombroclima para cualquier punto del área (R. Boluda Hernandez y otros, 1988)
- uso de la fenología de diversas especies vegetales y animales para complementar los datos climáticos aportados por las estaciones meteorológicas (J.J. Ibañez Martí, A. Aguilera Palasi, R. Lazaro Suan y G. Mateo Sanz o Morey y Guijarro, 1988).

Una vez conocidos los datos climáticos bien a través de la mera información suministrada por la estación meteorológica o bien complementada o suplida por los diferentes métodos enunciados u otros similares, es necesario organizar dichos datos para obtener una visión global de las características que el clima reúne y de las posibilidades que ofrece al desarrollo de la vida vegetal, es decir para lograr un mejor conocimiento del fitoclima.

El estudio fitoclimático ha sido objeto de numerosos estudios que se han plasmado en la elaboración de otros tantos instrumentos capaces de representar la realidad bioclimática principalmente bajo la forma de índices o de diagramas. Instrumentos que, sintetizando la información disponible, permitan reconocer las variables fundamentales que de forma más clara afecten a la instalación y posterior desarrollo de la vida vegetal.

Sobre los índices los diagramas presentan la ventaja de su mayor expresividad; además contemplan la evolución que los elementos climáticos (precipitaciones y temperaturas) experimentan a lo largo del año; permiten, por tanto, una mayor precisión en la determinación, duración e intensidad de los períodos fríos o áridos, las heladas, etc. Suponen por tanto una visión biogeográfica del clima más clara que los simples índices.

En montaña y en el caso específico del factor térmico hemos de referirnos a los orotermogramas, forma de representación gráfica de las temperaturas medias en montaña (A. Douguédroit y M.F.Saintignon, 1974). Esta representación tiene un aspecto simplemente

práctico permitiendo la lectura simultánea de las temperaturas mensuales e integra dos variables: altitud y tiempo.

Más completos, basados en datos termo-pluviométricos, y partiendo de la concepción de fitoclima que expusimos al principio y de las características que el espacio montañoso reúne son los Diagramas Bioclimáticos (D.B.C.). Constituyen el instrumento de cuantificación climática que ofrece mayor precisión desde el punto de vista biogeográfico puesto que en él se integran los factores fitoclimáticos más importantes: el clima (datos de precipitación mensual, temperatura media mensual y evapotranspiración media mensual, más los datos de evapotranspiración residual y disponibilidades hídricas elaboradas a partir de los anteriores), el suelo (capacidad de retención hídrica que permite cuantificar, junto con las precipitaciones medias mensuales, los valores de las disponibilidades hídricas) y el relieve o la pendiente (la escorrentía modifica el valor de las precipitaciones medidas en la estación meteorológica).

La elaboración de este método en una estación concreta permite:

- establecer a través de las Intensidades Bioclimáticas, directamente, el grado de actividad o de inactividad vegetativa.
- realizar un análisis espacial del fitoclima mediante el empleo de los diferentes supuestos de capacidad de retención hídrica (CR) y de escorrentía (W), representando la variedad que el paisaje ofrece en la realidad.
- ofrecer una visión temporal con el estudio de los diagramas en el orden CR=0 mm., W=30%; CR=0 mm., W=0%; CR=100 mm., W=0% y CR=CRT, W=0%; estableciendo las distintas etapas en la evolución hacia el climax.
- establecer una caracterización bioclimática global de los pisos de vegetación (C. Fidalgo, 1987, y C. Fidalgo y E. Galan, en prensa).

Una vez utilizados los DBC obtenemos información sobre las posibilidades que el medio ofrece a la vegetación, dados unos valores climáticos concretos, dado un valor de pendiente y dada una determinada capacidad de retención. En función de esas "posibilidades" sobre el terreno se asentará aquella vegetación que, en competencia con el resto, se adapte mejor, aparte las modificaciones antropozógenas.

Puede afirmarse que los DBC son el mejor de los instrumentos fitoclimáticos a nivel del mesoclima puesto que tiene en cuenta el mayor número de variables; ahora bien en el microclima, allí donde el efecto vegetal se deja sentir, habrá de encontrarse con algún otro instrumento nuevo que añada las modificaciones impuestas por el elemento vegetal para que así se consiga recrear el clima real que ha de soportar a escala microclimática, por ejemplo el estrato arbustivo de una formación arbórea.

Es indudable que a partir de las críticas que hemos vertido sobre la adecuación de los datos meteorológicos a la realidad climática que rige la vida de los organismos y de la escasa influencia que el macroclima e incluso el mesoclima ejercen sobre la vida vegetal lo ideal sería realizar un estudio microclimático.

Ahora bien el estudio microclimático de un territorio solo puede emprenderse a partir del estudio de los conjuntos vegetales (asociaciones, formaciones), efectuando medidas de cada elemento (temperatura, luz, precipitaciones, humedad, viento) en el marco de representativos característicos de dichos conjuntos.

La necesidad de que los resultados sean comparables, a fin de poder establecer, por oposición, los rasgos sobresalientes de los diferentes microclimas individualizados dentro de un mismo mesoclima, induce a efectuar medidas simultáneas con ayuda de aparatos registradores como mínimo en dos representantes próximos, perteneciente cada uno a una comunidad dada.

Este estudio microclimático alcanzaría todos sus objetivos si comprendiera el registro continuo a lo largo de períodos prolongados de las variaciones diarias de cada elemento a nivel de los estratos aéreo y subterráneo.

En los últimos años se han abierto nuevas vías o medios para obtener este tipo de información. Uno de estos métodos es la teledetección en el infrarrojo térmico que facilita información sobre la temperatura de superficie (J.P. Lagouarde, 1983).

Un primer intento de determinación de microclimas forestales a partir de termografías del satélite americano HCMM (Heat Capacity Mapping Mission, lanzado por la NASA) ha sido realizado en el departamento de Bioclimatología del INRA (Lagouarde, 1983) aplicado al NE del Macizo Central en el marco del plan climático creado por el STEFCE (Servicio técnico de estudio de los factores climáticos del entorno o Service Technique d'Etude des Facteurs Climatiques de l'Environnement).

Otra de estas nuevas técnicas consiste en la teledetección en la gama de las hiperfrecuencias (G. Galibert, 1980) u ondas radio-eléctricas milimétricas. Las hiperfrecuencias tienen la propiedad de penetrar algunos milímetros en el interior del suelo antes de ser reflejados; con ello se permite evaluar la proporción en agua de la parte superior de los horizontes pedológicos. El análisis de la superficie de las vertientes bajo cubierta forestal es posible, con este método, mientras que tal trabajo es muy difícil o imposible de realizar con fotografía aérea o termografía. En definitiva la ventaja del radar consiste en su posibilidad de analizar el sotobosque de una formación forestal, y de alcanzar incluso el análisis de la roca bajo una película de algunos milímetros o algunos centímetros del suelo.

En conclusión la visión geográfica aportada por el radar en montaña es nueva sobre todo gracias a la posibilidad de observar las vertientes de noche, con mal tiempo o a través del bosque. Es así posible una visión sinóptica de los paisajes montañosos,

La enorme dificultad de recurrir a este tipo de mediciones, única vía de conseguir datos totalmente adecuados, hace aún más necesario encontrar un instrumento fitoclimático fiable que a partir de la información meteorológica recree la realidad natural de la forma más perfecta posible y ese instrumento consideramos que es el de los Diagramas Bioclimáticos.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILLELLA PALASI, A. (1988): "Estudio de una catena de interés bioclimático: desde el mar Mediterráneo hasta las cumbres del Javalambre" en BLANCO DE PABLOS, A. (coord.): *Avances sobre la Investigación en Bioclimatología*, C.S.I.C., Madrid, pp. 299-307.
- ALBENTOSA, L.M. (1981): "Los contrastes espaciales de las precipitaciones en el Pirineo catalán", *VII Coloquio de Geografía*, Pamplona, A.G.E., tomo I, pp. 61-64.
- ALONSO FERNANDEZ, J. y otros (1981): "Aproximación a un modelo de delimitación de climas de montaña", *VII Coloquio de Geografía*, Pamplona, tomo I, pp. 5-12.
- BERTRAND, G. & DOLLFUS, O. (1973): "Essai d'analyse écologique de l'espace montagnard", *L'Espace Géographique*, tomo 2, n. 3, pp. 165-170.
- BOLUDA HERNANDEZ, R. y otros (1988): "Interrelaciones entre clima, vegetación y

- suelos de la Sierra del Negrete" en BLANCO DE PABLOS, A. (coord.): *Avances sobre la Investigación en Bioclimatología*, C.S.I.C., Madrid, pp. 326-336.
- BULLON MATA, T. (1981): "Aportaciones recientes sobre el medio físico de montaña", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, pp. 295-305.
- CALVET, C. (1979): "Interpretation hydrique de la notion d'étage de végétation selon L'Emberger. Application au Maroc", *Bull. Assoc. Géogr. Franc.*, n. 464, nov., pp. 331-334.
- CARBALLEIRA, A. y otros (1983): *Bioclimatología de Galicia*, fundación Pedro Barrié de la Maza, Conde de Fenosa, La Coruña.
- DOUGUEDROIT, A. et SAINTIGNON, M.F. (1974): "A propos des Alpes françaises du Sud. Un nouveau mode de représentation des températures moyennes en montagne: l'orotermogramme", *Rev. Géographie Alpine*, t. LXII, fasc. 2, pp. 205-217.
- DOUGUEDROIT, A. et SAINTIGNON, M.F. (1984): "Les gradients de températures et de précipitations en montagne", *Revue de Géographie Alpine*, t. LXXII, n. 2-3-4, pp. 225-240.
- FERNANDEZ GARCIA, F. (1981): "La disimetría pluviométrica entre las vertientes norte y sur del sistema Central", *VII Coloquio de Geografía*, Pamplona, A.G.E., tomo I, pp. 91-97.
- FERNANDEZ GARCIA, F. (1989): "Gradientes térmicos y pluviométricos de dos sectores de la Ibérica: Demanda-Urbión y Albarracín", *Turiso*, IX, pp. 245-260.
- FERRERAS CHASCO, C. (1982): "Nuevas denominaciones de los pisos de vegetación de la Región Mediterránea", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, t. 2, pp. 35-42.
- FERRERAS CHASCO, C. (1983): "Aproximación a la problemática general de los pisos de vegetación en la España Mediterránea", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, n.3, pp. 145-160.
- FERRERAS CHASCO, C. (1989): "Ensayo de caracterización bioclimática general de los pisos de vegetación del Moncayo", *Turiso*, IX, pp. 403-414.
- FIDALGO HIJANO, C. (1984): "Avance de una caracterización bioclimática de la Serranía de Atienza (Guadalajara)", *Est. Geogr.*, n. 177, oct-dic., pp. 433-453.
- FIDALGO HIJANO, C. (1987): "Caracterización de pisos bioclimáticos: el caso de la Serranía de Atienza", *X Congreso Nacional de Geografía*, A.G.E., pp. 189-199.
- FIDALGO HIJANO, C. (1988): *Metodología Fitoclimática*, Colec. Cuadernos de Apoyo, n. II, Edic. de la Univ. Autónoma de Madrid, 123 pp.
- FIDALGO HIJANO, C. y GALAN GALLEGO, E. (En prensa): "Aplicación del método de los Diagramas Bioclimáticos a la caracterización de pisos de vegetación", *Estudios Geográficos*.
- GALIBERT, G. (1980): "La visión radar des paysages montagnards obtenue par télédétection dans la gamme des hyperfréquences (opérations Spacelab et expériences radar)", *Rev. de Géographie Alpine*, n. monográfico "Montagnes et montagnards", pp. 247-256.
- GARCIA SALMERON, J. (1980): "Los diagramas bioclimáticos y su utilización forestal", *Forêt Méditerranéenne*, t.5, n. 22, pp. 105-133.
- GENTILLI, J. (1980): "Essai de classification des climats de montagne", *Revue de Géographie Alpine*, n. monográfico "Montagnes et montagnards", pp. 23-31.
- GONZALEZ REBOLLAR, J.L. (1984): "Propuestas para el desarrollo de una Fitoclimatología dinámica: un ensayo en la provincia de León", *fst. Geol.*, XLV, n. 177, pp. 401-431.
- IBAÑEZ MARTI, J.I. y otros (1988): "Inclusión de los pisos bioclimáticos en la clave para la clasificación de suelos de la F.A.O. Ensayo en un área del Sistema Central (Macizo de Ayllón)" en BLANCO DE PABLOS, A. (coord.): *Avances sobre la Investigación en Bioclimatología*, C.S.I.C., Madrid, pp. 165-173.
- LAGOUARDE, J.P. (1983): "Analyse des microclimats du Mont Ventoux par télédétection dans l'Infrarouge thermique: mise au point d'une méthode d'étude de l'effet du relief sur les thermographies H.C.M.M.", *Rev. Méditerranée*, 1-2, pp. 3-10.

- LAZARO SUAU, R.; MATEO SANZ, G. (1988): "Los pisos bioclimáticos y los ombroclimas en la provincia de Almería. Plantas indicadoras", en BLANCO DE PABLOS, A. (coord.): *Avances sobre la Investigación en Bioclimatología*, C.S.I.C., Madrid, pp. 316-325.
- MARTINEZ DE PISON, E. (1980): "Los conceptos y los paisajes de montaña", *Actas del Coloquio hispano-francés sobre las Areas de Montaña*, Minist. de Agricultura, pp. 21-34.
- MATEO SANZ, G.; LAZARO SUAU, R. (1988): "Especies indicadoras de los pisos bioclimáticos y ombroclimas de la provincia de Valencia" en BLANCO DE PABLOS, A. (coord.): *Avances sobre la Investigación en Bioclimatología*, C.S.I.C., Madrid, pp. 308-315.
- MOLERO MESA, J. y GARCIA MARTINEZ, E. (1981): "Determinación del clima de montaña a través de la vegetación: Sierra Nevada", *VII Coloquio de Geografía*, Pamplona, A.G.E., tomo I, pp. 133-139.
- MOLINA DONATE, M.J. y otros (1988): "Algunas relaciones entre clima, suelos y vegetación en el municipio de Morella (Els Ports)" en BLANCO DE PABLOS, A. (coord.): *Avances sobre la investigación en Bioclimatología*, C.S.I.C., Madrid, pp. 337-345.
- MONTERO DE BURGOS, J.L. y GONZALEZ REBOLLAR, J.L. (1974): *Diagramas bioclimáticos*, ICONA, Madrid.
- MONTERO DE BURGOS, J.L. (1987): "La regresión vegetal y la estauración forestal", *Boletín de la Estación Central de Ecología*, ICONA.
- MONTERO DE BURGOS, J.L. (1990): "Evolución vegetal. Óptimo natural y óptimo forestal", *Ecología*, n. 1, pp. 309-319.
- MOREY, M.; GUIJARRO, J.A. (1988): "La fenología de *Asphodelus aestivus* Brot como indicadora de condiciones macro y microclimáticas" en BLANCO DE PABLOS, A. (coord.): *Avances sobre la Investigación en Bioclimatología*, C.S.I.C., Madrid, pp. 183-194.
- OZENDA, P. (1975): "Sur les étages de végétation dans les montagnes du Bassin Méditerranéen", *Documents de Cartographie écologique*, vol. XVI, pp. 1-32.
- PEREZ IGLESIAS, M.L. y ROMANI BARRIENTES, R.G. (1981): "Aproximación al gradiente pluviométrico de las montañas gallegas", *VII Coloquio de Geografía*, Pamplona, tomo I, pp. 37-41.
- POLO MARAGATO, C. y otros (1981): "El cálculo de la precipitación en una cuenca de montaña. Aplicación del método de Thiessen", *VII Coloquio de Geografía*, Pamplona, A.G.E., Ponencias y Comunicaciones, tomo I, pp. 13-22.
- RIVAS GODAY, S. y FERNANDEZ GALIANO, E. (1951): "Preclimax y postclimax de origen edáfico", *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, Madrid, 10, 1, pp. 455-517.
- RIVAS MARTINEZ, S. (1988): *Memoria del mapa de series de vegetación de España*, Minist. de Agricultura, ICONA, Serie Técnica.
- ROUGERIE, G. (1962); *Biogéographie des montagnes*, Ed. C.D.U., París, 191 pp.
- SOBRON GARCIA, I. (1987): "Aproximación al estudio del escalonamiento vegetal en las montañas de La Rioja", *Est. Geográficos*, n. 189, pp. 659-680.
- THOURET, J. (1984): "Pour une perspective géographique de l'étagement dans les grandes systèmes montagneux", *Rev. Géographie Alpine*, t. LXXIII, n. 2-3-4, pp. 189-212.
- TROLL, C. (1973): "La Geoecología y la diferenciación a escala planetaria de los ecosistemas de alta montaña", *Geographica*, año XV, n. 2, abril-junio, pp. 143-153.
- VARIOS (1984): "Montagne", número monográfico de la *Revue de Géographie Alpine*, t. LXXII, n. 2-3-4..
- VEYRET, P. (1980): "Montagnes et montagnards", *Mélanges Paul Veyret, Rev. de Géographie Alpine*, Grenoble.
- WALTER, H. (1977): *Zonas de vegetación y clima*, Ed. Omega, Barcelona.