

CLIMA Y PAISAJE*

POR

PEDRO MONTSERRAT**

I. PARTE GENERAL

INTRODUCCIÓN

Actualmente se observa una tendencia al estudio global-integrado de los problemas científicos y de las ciencias aplicadas. Interesa generalizar correctamente para facilitar el empleo de conocimientos científicos, tanto en las ciencias afines como en la solución de problemas prácticos.

La Ecología intentó generalizar siguiendo dos caminos: a) *el concreto descriptivo* de estructuras y b) *el funcional*, abstrayendo de dichas estructuras unas funciones comunes. El segundo permite generalizar más pero no está exento de peligros, precisamente por moverse en un terreno de abstracciones que pueden ser consideradas como desligadas de la realidad circundante.

Los estudios climáticos basados en conocimientos ecológicos de las dos tendencias, creo que pueden contribuir a ordenar una serie de datos funcionales (abstractos) en secuencias lógicas, predictivas (es decir científicas), creando como una especie de «fisiología del paisaje». Las interacciones de sistemas biológicos con su ambiente, sus intercambios de materiales y energía, están reguladas por meteoros que pueden estudiarse, describirse estructural y funcionalmente.

El ámbito es muy complejo por abarcar todo el campo de las Ciencias Naturales, con pretensiones de explicar todo lo que ocurre, por qué ocurre y cómo podrían encauzarse económicamente todos los procesos fundamentales que inciden sobre las posibilidades de pervivencia humana.

Se comprende que no es mi intención dejarlo todo resuelto ni aun planteado en sus justos términos. Me limitaré a señalar una serie de posibilidades con enfoque global de problemas, utilizando principios de la Ecología, en un intento de enlazar métodos de inves-

* Recibido para publicar en octubre de 1974.

** Centro pirenaico de Biología experimental.

tigación tan diversos como los de meteorólogos, edafólogos, ecólogos, biólogos de distintas tendencias, etc.

Es lógico que emplee ideas abstractas, en su mayor parte funcionales, porque permiten la comparación de distintos sistemas y facilitan el trabajo de enlazar conocimientos en áreas del saber tan diversas. Existe sin embargo el peligro de un angelismo, de trabajar sobre entelequias divorciadas de la realidad; para ello quiero señalar desde ahora la necesidad de «restituir», de concretar siempre en sistemas reales lo elaborado teóricamente, para poder interpretar correctamente el alcance de cada principio elaborado.

El tema general ya indica un intento de enlazar el clima con distintas modalidades de paisaje. Lo iniciamos con una introducción abstracta seguida de otra muy concreta, materializada en los ambientes de la Cuenca del Ebro.

CLIMA Y COMUNIDADES BIÓTICAS

El clima condiciona tanto el ciclo vital de los seres vivos como el dinamismo de sus comunidades. El ambiente fluido vital es climático, entendiéndolo como atmosférico, del aire libre y de los intersticios edáficos.

La meteorización de las rocas, circulación del agua, los movimientos del suelo (en especial los coluviales), etc., siempre obedecen a estímulos climáticos radicados en una topografía concreta. Liberación de fertilidad y circulación de la misma, con toda la fenomenología de transmisiones energéticas, son ciertamente climáticas y condicionan el trofismo de las biocenosis terrestres, organizadas en comunidades con su ambiente (*ecosistemas*) y éstos en complejos paisajísticos que responden a determinados principios lógicos en su distribución territorial y estructura comunitaria.

Los animales y con ellos el hombre, actúan sobre dicho paisaje natural y lo modifican, pero siempre condicionados por las posibilidades ambientales de índole climática. La industria humana (forestal, agraria, ganadera, etc.) añade nuevas complicaciones, pero con un marco de actuación regulado por el ambiente climático, edáfico, biológico y de posibilidades tanto industriales como mercantiles. El ambiente a estudiar se complica, pero en la base de todo siempre encontramos condicionantes climáticos.

Por lo tanto en *agrobiología* debemos considerar al ecosistema (situado en un paisaje) modificado por el hombre, quien dirige el flujo energético (por manipulaciones industriales) hacia unos productos cotizados en el mercado y a través de unas estructuras biológicas e industriales que gastan o ahorran energía de dicho flujo (*agrobiosistemas*, MONTSERRAT, 1961).

Detallando más, la fuente energética es la radiación incidente, variable según latitud, topografía, oceanidad climática, etc. Las eficiencias ecológicas (en plantas, animales, bioedafon) dependen en gran parte del «stress» ambiental climático. La industria agropecuaria invierte en construcciones destinadas a mitigar los efectos del clima (invernaderos, cuadras, riegos, umbráculos, etc.) y aprovechar al máximo (para el hombre) la energía incidente; suele utilizarse también energía derivada de otros sistemas actuales o fósiles y unas instalaciones industriales que cuesta mantener.

La fertilización mineral de las plantas, viene regulada en gran parte por el clima edáfico que a su vez depende de la topografía y el clima local, con desplazamiento de sales minerales y agua perfectamente lógicos en cada sistema concreto. Escorrentías y los movimientos coluviales, responden a interacciones clima-topografía. Por ello al intentar aplicar conocimientos de clima, edafología, práticamente, etc., deben situarse en su catena topográfica, con secuencias progresivas desde la cresta sin suelo hasta el fondo de vaguada.

Los conocimientos climáticos, edáficos, de productividad vegetal o animal, no pueden aplicarse en abstracto; es preciso concretar a sus condiciones reales, topográficas. A mi entender, en ello reside la única diferencia entre ciencia básica o aplicada en las disciplinas mencionadas. Los conocimientos situados en su sistema real siempre son aplicables con facilidad.

ORGANIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES

Veamos rápidamente unos principios ecológicos básicos para vislumbrar la complicación de estructuras y funciones propias de las comunidades situadas en su ambiente.

Los individuos no existen aislados, forman grupos familiares más o menos extensos, lo que se llama *poblaciones*. Poblaciones de varias especies animales y vegetales constituyen las *biocenosis* cuyas relaciones tróficas son de índole climática y edáfica; la biocenosis integrada a su ambiente abiótico forma el llamado *ecosistema*. La unión es trófica, con *asimiladores* de energía y minerales (por fotosíntesis) que producen materia vegetal apropiada para los fitófagos o *consumidores primarios*; los *consumidores secundarios* (carnívoros, parásitos, etc.) utilizan alimento ya concentrado; al final los *simplificadores* (descomponedores) liberan toda la energía y los minerales que pueden entrar en nuevos ciclos. *Flujo* energético y *ciclo de minerales* biógenos, he ahí las características funcionales de cualquier *ecosistema*.

Desde el punto de vista estructural, las comunidades vegetales (*fitocenosis*) se organizan en estratos aptos para filtrar la luz (fuen-

te energética) y agrupando sus individuos según pautas que pueden estudiarse estadísticamente (*Fitosociología*). La comunidad vegetal evoluciona, con fases edificadoras de complicación progresiva y tendiendo siempre hacia una etapa final, estable, en la que cada comunidad produce exactamente lo que destruye (asimilación = respiración); es la tendencia hacia la *clímax*, con etapas seriales cada vez más complejas. Podemos clasificar las fitocenosis según sus series evolutivas; con etapas a veces contiguas y no es difícil predecir el sentido de su evolución. Otras veces la situación topográfica indica unas relaciones de comunidades ligadas por el relieve en complejos que se repiten indefinidamente. La coexistencia o contigüidad de ciertas comunidades no se debe al azar; podemos predecirla y expresar de algún modo sus relaciones mutuas.

El Prof. BOLÒS, de cuyo trabajo (1963) hice una reseña amplia (MONTSERRAT, 1964), intentó ordenar estos conocimientos ensanchando el campo de las investigaciones fitosociológicas; la *Fitopografía* teoriza sobre principios ampliamente utilizados en cartografía vegetal; su método es fundamentalmente descriptivo-estructural y conviene dotarle de una perspectiva funcional amplia.

Con VILLAR (MONTSERRAT y VILLAR, 1972), intentamos definir un concepto funcional de *explotación natural*, relacionado íntimamente con el de *comunidad permanente* de O. DE BOLÒS. En la naturaleza el reciclado de materiales no es perfecto, existen exportaciones-importaciones que pueden ser previstas; las más intuitivas son de índole topográfica, con escorrentías y movimientos coluviales polarizados por la fuerza de gravedad; son menos aparentes las que actúan en ecotonos de la misma serie evolutiva.

En un paisaje las comunidades no permanecen por lo tanto con independencia completa, ni el reciclado mineral es idéntico en cada parte de una comunidad madura; no podemos materializar la *clímax* (monoclímax de CLEMENTS) de manera absoluta, porque siempre existen mosaicos de distinta organización con movimientos exportadores o importadores laterales.

Además la energía incidente no se aprovecha por igual en las comunidades terrestres, con la misma intensidad y del mismo modo; en ciertas comunidades se fija biológicamente hasta el 2 % de la energía luminosa, mientras en otras la fotosíntesis es casi nula. La energía no utilizada fotosintéticamente evapora agua (evaporación y clorovaporización o caldea el ambiente, afectando al dinamismo tanto atmosférico como edáfico).

Los meteoros, atmosféricos y edáficos, distribuyen materiales y energía; el agua con su calor latente, es agente de regulación térmica y al mismo tiempo meteoro esencial para los seres vivos. La

circulación de agua y la distribución del calor son factores que regulan el funcionamiento de los distintos componentes bióticos y abióticos, es decir, los elementos del paisaje; podríamos comparar, en cierto aspecto, su distribución (atmosférica y edáfica) al sistema circulatorio de los organismos. El agua en su movimiento arrastra solutos y se relaciona con el dinamismo de las masas de aire que alimentan o explotan a los elementos paisajísticos ahora considerados.

En cierto modo podemos hablar de un metabolismo del paisaje, integración del realizado por todos sus componentes, bióticos y abióticos. No existen elementos independientes, forman un gran sistema y como tal debemos estudiarlo.

LIMITACIONES DEL FLUJO ENERGÉTICO

De la luz se asimilan sólo determinadas longitudes de onda. Algunos pigmentos, por resonancia, aprovechan las poco apropiadas para la clorofila *a*, la fotosintética. Por otra parte el aprovechamiento físico de la luz es mucho mayor (clorovaporización, caldeamiento, pero todo el proceso tiene unos límites definidos).

Las estructuras vivas que contienen clorofila activa son muy complejas (grana, cloroplastos, parénquimas, hojas, ramas, troncos, raíces) y funcionan consumiendo energía de la fotosíntesis. Aún en los casos óptimos de un 5 % asimilado, la planta respira una gran parte y con frecuencia apenas obtenemos eficiencias temporales netas del 1 %, con períodos en los que la respiración supera la fotosíntesis y la planta pierde energía. Existen por lo tanto limitaciones biológicas, derivadas de las estructuras organizadas que sostienen a la clorofila.

Los consumidores ya toman energía elaborada por las plantas y la transforman en una biomasa más concentrada (la biomasa animal es más rica que la vegetal), pero con eficiencias muy bajas en los herbívoros (1-6 % como máximo) y mayores en los carnívoros (5-30 %). La aprehensión y digestión del alimento consume mucha energía y la renovación de individuos, aún por el proceso de copia (reproducción), es onerosa en energía.

La retenida en excrementos y restos vegetales o animales se aprovecha en los procesos de humificación-mineralización, liberándose finalmente toda la energía, mientras los elementos minerales reciclan, organizándose y simplificándose indefinidamente en los nuevos ciclos tróficos.

La utilización como alimento de los productos animales es fácil por ser alimento enriquecido, concentrado; la de alimentos vegetales permite acercarnos a la fuente energética y reducir pérdidas,

siendo característica de los países superpoblados y con problemas alimentarios.

Es obvio que si estamos obligados a utilizar las fuentes alimentarias naturales no podemos salir de unos sistemas que consumen mucha energía, pero es solar o gratuita; su eficiencia productiva se puede aumentar, en puntos muy concretos de la biosfera, con aplicación de energía exterior al ecosistema (energía subsidiaria), como la contenida en el petróleo, electricidad, fertilizantes, combustibles, etcétera.

LIMITACIONES CLIMÁTICAS IMPUESTAS AL ECOSISTEMA

Como es obvio, resulta fundamental la llegada de energía radiante y un nivel térmico adecuado. En las zonas polares el ritmo de iluminación es anual, con largos períodos de oscuridad que sólo permiten transformaciones de lo asimilado previamente (*nutrición heterotrofa*).

En los desiertos la energía incidente resulta extraordinaria, pero falta el agua esencial que impide o minimiza la fotosíntesis. Entre ambos extremos existe toda una gama de posibilidades, luz suficiente pero con un conjunto de factores ambientales que dificultan o favorecen la realización de las funciones vitales.

El agua, con todas las posibilidades de precipitación (lluvia, nieve, niebla mojante, precipitación oculta en el suelo, etc.) y de distribución (escorrentía-aludes, freática o coluvial, etc.) que condicionan grandemente la regulación térmica, resulta ser el meteoro primordial en el funcionamiento de los ecosistemas y el causante de las limitaciones más importantes en desiertos y estepas.

La temperatura, tan ligada a la distribución del agua en todas sus formas, (calor latente, diatermia atmosférica, etc.), influye tanto en la asimilación de energía como en su pérdida por respiración. Es frecuente que temperaturas altas aumenten la fotosíntesis, pero también exacerban la respiración, con lo que el vegetal no alcanza el llamado punto de compensación y se consume. Cada especie y comunidad vegetal tienen su temperatura óptima, con mínimo y máximo, más unas temperaturas letales por exceso y por defecto.

Los gradientes térmicos determinan corrientes atmosféricas, absorción y liberación de calor latente, formación de nubes con precipitaciones; es decir, difusión de agua y calor pero de manera discriminada, con excesos en unas regiones y defectos notorios en otras. Las discriminaciones nunca son arbitrarias y responden al relieve, lejanía de los océanos, etc. En los suelos aún caben más peculiaridades diferenciales, en especial si atendemos a las pendientes, segregación de rocas, textura y estructura edáfica, cantidad de hu-

mus, acciones periglaciares, etc., pero siempre con principios generales que permiten interpretar dicha distribución irregular del agua y los solutos que arrastra, con los gases atmosféricos incluidos (aguas aireadas y aguas reductoras).

No es descabellado el intento de ordenar toda la información disponible, concretando las relaciones tróficas de tipo climático mencionadas. Cada movimiento, cada tendencia, representa una polarización con actividades concatenadas en determinado sentido y nunca arbitrarias. El esquema funcional permitirá destacar el papel de cada comunidad natural en el paisaje estudiado, sus posibilidades productivas, estados de madurez relacionados con la potencia edificadora, sustitución de comunidades naturales por otras artificiales y comparación de las ventajas que presentan, etc.

Con esquemas funcionales ya es posible vislumbrar las limitaciones climáticas de cada elemento del paisaje, las del conjunto y las que destacan por su autonomía con respecto a las fluctuaciones del clima, tanto las cíclicas como las más imprevisibles. Tendremos un criterio de valor pero calibrado en condiciones naturales de clima y topografía, con ideas sobre transformaciones posibles y otras inviables. Ciertamente es un programa de investigación seductor y realizable si colaboran especialistas en distintas disciplinas, en especial los biofísicos.

Todo lo mencionado bastaría como introducción a la parte más concreta de nuestra comunicación, pero parece conveniente insistir en determinados aspectos ecológicos que perfilen con nitidez su alcance y posibilidades en la investigación ambiental del futuro.

LÍMITES A LA COMPLICACIÓN ESTRUCTURAL

Con la perspectiva amplia de los complejos paisajísticos, con su red estructural y conjuntos funcionales, analicemos ahora las limitaciones inherentes a cada uno de los ecosistemas que podemos distinguir, por sus peculiaridades funcionales, en las estructuras individualizables de cada paisaje.

Un ecosistema, situado en su paisaje natural, recibe determinada cantidad de energía radiante diversificada y está sumergido en un «ambiente» caldeado por la energía que los ingenuos creen que se pierde. La energía no utilizada en reacciones químicas (fotosintéticas), se utiliza en mantener el flujo de savia de la raíz hasta las hojas (evapotranspiración) y en caldear el ambiente. Al final la radiación al espacio iguala la recibida, pero degradada en forma de calor.

Destaca por lo tanto un gasto energético enorme destinado a caldear el «ambiente» apropiado para la fotosíntesis; en el cero ab-

soluto no existe la fotosíntesis ni reacción alguna. Por todo ello la atmósfera es «el invernadero» mundial que consume cantidades ingentes de energía, pero gracias al flujo solar aún mayor y gratuito.

Requiere mucha energía el bombeo de agua y sales minerales del suelo (clorovaporización, evaporación libre, etc.) que por las hojas, a través del mantillo, vuelven a la superficie edáfica; en dichos menesteres suele utilizarse energía radiante poco apropiada para la fotosíntesis. Sin este dispendio energético la vida sería imposible.

Centrándonos en la fotosíntesis, con todos los condicionantes mencionados y otros menos aparentes, las posibilidades son limitadas y dependen de varios factores: latitud, altitud, exposición topográfica, calidad del suelo, distancia al océano, etc. Además, la lucha por la luz condicionó la complicación estructural en cada ambiente geofísico concreto.

Imaginemos un ambiente geofísico idóneo para el bosque denso y un suelo desnudo por reciente incendio. Nacen hierbas, matas, arbustos y finalmente los árboles que pronto llevan la delantera y seleccionan activamente a los demás componentes del vuelo. Se forman estratos, con el superior a plena luz, otro algo sombreado algunas horas al día, un estrato sin luz directa y varios inferiores en una penumbra progresiva; cambia el espectro luminoso y en la superficie del suelo viven plantas sin clorofila (setas, parásitas, saprofitas) o bien briofitas que se contentan con una luz muy débil y profundamente alterada.

La energía luminosa se aprovecha al máximo, se filtra con eficiencia extrema, pero con un gasto energético enorme materializado en una biomasa forestal que respira activamente. En condiciones ecuatoriales, las temperaturas constantemente elevadas favorecen dicha respiración activa, pero disponen de un enorme flujo de luz fotosintética bien aprovechada; en los climas templados, la respiración nocturna es muy pequeña y los períodos asimiladores son largos, permitiendo la persistencia de árboles muy altos (40-60 m. de talla) en bosques con muy escasa diversidad.

La comunidad forestal madura mantiene infinidad de insectos y animales fitófagos que consumen parte de lo producido por las plantas; en el suelo el bioedafon destruye rápidamente todo el mantillo y proporciona a las raíces material biógeno fresco, con mayor rapidez en climas cálidos. En troncos, raíces y ramas de los árboles se mantiene retenida (muchas veces por siglos) gran cantidad de energía organificada, es decir formada por elementos minerales sustraídos temporalmente al suelo.

Lo dicho basta para comprender que cada comunidad tiene un límite de complicación estructural, impuesto tanto por los materia-

les biógenos disponibles (movilizables) como por la energía incidente en cada estación concreta. Cabe señalar que no consideramos la inmensa cantidad de energía gastada en el pasado por tanteos de la evolución biológica (selección natural); aún así, podemos formarnos una idea de que la evolución estructural de cada comunidad (con sus implicaciones funcionales) tiene un límite y se relaciona siempre con la utilización de energía radiante por medio de unas estructuras muy complejas que son caras en energía actual y del pasado geológico. Es la etapa clímax, la final o madura, con perfecto reciclado de materiales (asimilación = respiración); como es lógico se trata de una tendencia, pero otras tendencias luchan para impedir que dicha etapa climácica se alcance en grandes extensiones.

Son muy frecuentes las etapas seriales que tienden hacia su clímax, pero no la alcanzan por verse sometidas a una explotación continua y con frecuencia exportadora.

LA EXPLOTACIÓN NATURAL; COMUNIDADES PERMANENTES

Las comunidades evolucionan acumulando energía y materiales, tendiendo siempre hacia su etapa estable (clímax), con equilibrio dinámico entre anabolismo (asimilador) y catabolismo (mineralizador). Se trata de un equilibrio frágil, sujeto a meteoros y a los animales consumidores; por dichas acciones es raro encontrar superficies climácicas homogéneas, en un equilibrio total y estable. Lo más frecuente son discontinuidades en mosaico, con superficies en las que se activa la descomposición (mineralización) que favorece la regeneración de la comunidad madura.

El contacto (ecotono) entre comunidad madura (climácica o estable) y otra menos organizada, siempre favorece el intercambio entre ambas; es muy general que la más organizada tome para organizarse mejor, mientras la simple libera fertilizantes que facilitan la regeneración, con un crecimiento rápido, potente (productividad por unidad de biomasa y tiempo) por ser más simple. El bosque maduro es muy eficiente y gasta todo lo que posee en estabilizarse, es decir, produce estabilidad.

Las comunidades potentes pueden exportar, precisamente por haber liberado fertilizantes movilizables por los meteoros atmosféricos o edáficos; en ellas la evolución favoreció a la potencia (renovación rápida de su biomasa) como ocurre en nuestros pastos espontáneos entre bosques. La comunidad forestal puede exportar por acción del viento que arrastra hojas, insectos, etc., del árbol hacia los rasos con pasto.

Para interpretar la fisiología del paisaje resulta fundamental

considerar la exportación por gravedad; es lo que ocurre en laderas sujetas a la esorrentía y fuertes movimientos coluviales de agua y suelo; muy ilustrativos al respecto resultan los movimientos del agua freática fertilizadora en laderas de montaña. Por ello conviene siempre plantear los estudios ecológicos (edáficos incluidos) en unos sistemas topográficos concretos. Al respecto y como ejemplo de abuso de abstracción, podemos mencionar la descripción de horizontes edáficos con roca madre que no es la real, tratándose de un suelo coluvial procedente de rocas situadas a un nivel superior en la catena topográfica.

Los meteoros atmosféricos, en especial temperatura y las variaciones de humedad tan ligadas a ella, explotan cualquier ecosistema en el sentido de impedir que pueda acumular biomasa para organizarse. Se trata de la explotación abiótica que favorece el autoconsumo (respiración), pero además puede disminuir la asimilación, retrasándola o reduciéndola a pocos períodos cortos e insuficientes.

Las comunidades permanentes son el resultado de la explotación (biótica y abiótica), al no poder alcanzar la etapa madura por deficiencias en la acumulación de biomasa. Insistimos sobre dicho concepto por tratarse de fenómenos meteóricos que actúan como explotadores y modelan al paisaje vegetal.

PAISAJE HUMANIZADO Y CLIMA

Los problemas agrobiológicos relacionados con la explotación forestal, ganadera, agraria, turística y todos los que atañen a la conservación de la naturaleza, deben plantearse con una perspectiva amplia, aplicando conocimientos científicos relacionados con la evolución paisajística, tal como hemos intentado plantearlos.

Nos parece fundamental orientar los gradientes de cualquier tipo (climáticos, edáficos, fitosociológicos, de estructura ganadera, etc.), concretándolos en planos y perfiles del paisaje. Desde ahora ya destaca la importancia de cada catena topográfica, con tesselas ordenadas del valle y ladera hasta la cresta superior; también tienen gran importancia las zonaciones con fuerte gradiente ecológico, en borde de lagos, vegas de ríos, selvas explotadas diferencialmente, etc.

El análisis de cualquier paisaje y a la escala que sea, indica siempre la existencia de fenómenos orientados, dependientes de fuerzas que podemos describir y algunas veces cuantificar; las de índole climática destacan como fundamentales. Variaciones del suelo, del manto vegetal, distribución de animales y actividades humanas, responden casi siempre al clima y al relieve.

Podríamos proponer una serie de ejemplos agrobiológicos, pero

ahora prefiero interpretar algunos paisajes entre los fundamentales del valle del Ebro, con unos gradientes climáticos muy aparentes al interpretar las zonaciones amplias de bosque, matorrales y pastos seriales, cultivos, etc. Para ello nos servimos del mapa fitoclimático (MONTSERRAT, 1966) y otros trabajos cartográficos más recientes (MONTSERRAT, 1971 a, 1971 b, 1972, 1974 a), completando algo aspectos dinámicos, como los gradientes de oceanidad y continentalidad más aparentes.

II. PARTE ESPECIAL. EL CLIMA Y LAS COMUNIDADES DE LA CUENCA IBÉRICA

Además de los trabajos cartográficos mencionados, estudiamos el clima subcantábrico (MONTSERRAT, 1971 a) y la continentalización del clima pirenaico (MONTSERRAT, 1974 b). En ellos se encuentra un esbozo de las tendencias climáticas a tener en cuenta.

EL VALLE DEL EBRO

Abarca gran parte del NE español y une dos modalidades climáticas fundamentales, la mediterránea y la cantábrica u oceánica. En su parte central, alejada tanto del Cantábrico como del Mediterráneo, con depresión notable y efecto foehn, encontramos una modificación del clima mediterráneo con lluvias de invierno escasas, máximo primaveral notable y sequía atmosférica en gran parte del año. Entre las tres modalidades encontramos todas las gradaciones y además modificadas por el relieve, con cadenas montañosas y profundos valles, efecto del viento encauzado, etc.

Dicho efecto continentalizador de la cubeta ibérica es muy antiguo y remonta por lo menos al Mioceno, cuando se desecó el Mediterráneo y pudieron formarse los sedimentos de yesos característicos de dicha región, desde los Montes de Oca (Belorado) y Rioja, hasta Teruel, Tafalla, Somontano y Urgel-Pallars-La Segarra. La vegetación actual aún conserva restos de la miocénica y señala los lugares donde pudo persistir más tiempo un clima muy continental, endorreico hasta nuestros días (Monegros, etc.).

Los climas topográficos, en especial oroclimas de crestas ventosas o espolones sometidos al efecto Venturi, mantienen una vegetación que recuerda la esteparia y como ella sometida a una explotación ambiental activísima que la mantiene abierta (poco madura), con fuertes oscilaciones térmicas y de humedad atmosférica. En dichas situaciones el bosque no pudo formarse nunca y la prue-

ba se encuentra en unas plantas superespecializadas hacia la plena luz, de escaso poder concurrente (poca dispersión), área muy fragmentada e indicadores epiontológicas excelentes (MONTSERRAT, 1974 b) y (MONTSERRAT y VILLAR, 1972). Su persistencia tan generalizada prueba la de paleoclimas secos (continentalizados) aún durante las glaciaciones cuaternarias.

El estudio del endemismo situado topográficamente permite descubrir la persistencia en determinados lugares de unos climas muy continentalizados, en relación con los que dominaron durante el Mioceno en gran parte de la cubeta ibérica. En las cercanías de dichos enclaves, el clima goza de ciertas peculiaridades y conviene estudiar los gradientes climáticos.

EL PERFIL CANTÁBRICO

La vegetación señala un gradiente climático clarísimo y traducido por las comunidades vegetales arbóreas.

Zona de robledales ácidos, con fresno y avellano, sauces en los bordes y alisedas de suelo inundado en las vegas. Por degradación tenemos brezal-tojal (*Ulex europaeus*, *U. nanus*) con helecho; la siega repetida y estercoladura de los animales conduce a prados siempre verdes sin irrigación.

Es notable la existencia con situaciones topográficas excepcionales, en especial sobre substrato cárstico, de unos bosquetes mediterráneos (madroño, *Viburnum tinus*, *Phillyrea media*, *P. angustifolia*, alcornoque, encina, *Rosa sempervirens*, etc.), maquis relicto que indica claramente la importancia actual y pretérita del clima topográfico, especialmente en lugares muy ventosos y con gran escorrentía. También señala el viento que sopla con intermitencias en períodos críticos, provocando efecto foehn y desecando los suelos sin reservas hídricas.

En situación intermedia, marcando la transición climática, en un gradiente frecuente en todo el NW y Centro español, encontramos los bosques de marojo o melojo (*Quercus pyrenaica*) que suben por los montes vascos hasta entrar en contacto con los hayedos (entre 400-600 m. alt.).

Este clima de transición se encuentra aún más extendido en el Alto Ebro y estribaciones riojanas de Cameros, así como en la Cordillera Ibérica de Soria-Teruel. Es un clima ibérico-subatlántico muy interesante.

Finalmente se encaraman por las vertientes N y NW los hayedos densos que señalan nieblas frecuentes, «chiri-miri» casi constante. Estamos en la región que filtra las brumas cantábricas y «rie-

ga» el país vasco. Se trata de montes protectores que conviene cuidar por su efecto fertilizador en agua para las partes bajas de cada ladera. El lavado intenso del suelo favorece la decalcificación y el brezal ocupa los claros con escasa hojarasca (*Erica vagans*, helecho, *Ulex gallii*, *Daboecia cantabrica*, etc.). Los prados verdean salvo en pleno invierno y no precisan riegos en verano.

EL PERFIL SUBCANTÁBRICO

La precipitación horizontal en hayedos montanos, con flujo casi constante de viento húmedo del WNW, provoca la disminución de humedad absoluta en las masas de aire; a sotavento el efecto foehn es muy acusado, realizado por efecto solana y por la escasa regulación térmica del aire seco. Pasamos bruscamente de unas condiciones oceánicas a otras continentalizadas, en especial durante ciertas épocas del año. Parece que existen ciclos hiperanuales de tipo oceánico o subcontinental (MONTSERRAT, 1971 a), acusándose más en las situaciones topográficas secas y con suelo escaso.

Robledales (*Quercus petraea*), marojales (*Q. pyrenaica* ya mencionado) y hayedos ricos en orquídeas (Cephalanthero-Fagion), señalan la transición entre dichos climas cantábrico y subcantábrico; es una franja estrecha en contacto con los quejigales de hoja marcescente (robles con hoja seca y pequeña que persiste todo el invierno) que dominan por doquier (*Quercus* gr. *faginea* y sus híbridos).

Tanto el boj como la encina carrasca, señalan los enclaves topográficos más secos y anuncian la proximidad del clima general que bordea la cubeta del Ebro. Grandes variaciones en los pastos y gradientes climáticos muy acusados aún en laderas de valles pequeños; en parte las variaciones climáticas, a nivel del suelo, se deben a la destrucción del bosque y matorrales, con aumento de la continentalidad en los climas edáficos.

En esta zona encontramos paleoclimas y suelos relictos con la vegetación antigua que persistió; la explicación plausible parece residir en el papel mitigador cantábrico, aún próximo, y a la rapidez de penetración de perturbaciones por el portillo vasco, entre Montes cantábricos y Pirineos.

El gradiente climático más brusco se encuentra en La Población (Navarra) y en general desde los Obarenes-Pancorbo, por Sierra de Cantabria-Codés, Lóquiz-Urba y Sierra de Andía. En la parte riojana, por ascenso de masas de aire con nieblas frecuentes, encontramos un gradiente similar al subcantábrico que alcanza unos hayedos cameranos de suelo muy acidificado, con brezal-pasto culminícolas muy característicos y antiguos en la Cordillera Ibérica. Los

pinos plantados aceleran la acidificación de los suelos e impiden la penetración del haya movilizada de las bases. Los marojales ocupan grandes extensiones, entre hayedo y quejigales.

EL NÚCLEO CONTINENTALIZADO

Antes de mencionar los ambientes más típicos zaragozanos, conviene destacar la modalidad precuaternaria muy especial de la Bureba-Villarcayo (Burgos), con una cubeta sometida a inversión térmica, anuncio de la que veremos a continuación. Es una modalidad subcantábrica continentalizada y poco seca, salvo en pleno verano; la caracteriza el pino negral (*Pinus pinaster*) o resinero, en bosques extensos y con un brezal de brezo hembra (*Erica scoparia*). En Teruel-Castellón, muy especialmente entre Montalbán-Alcañiz, encontramos réplicas del mismo ambiente, pero el agente regulador próximo ya es el Mediterráneo.

El sector más continental del Valle del Ebro se encuentra en Los Monegros, con lagunas endorreicas muy antiguas (persisten desde el Mioceno) y actualmente reducidas a una zona que señalé en el mapa (MONTSERRAT, 1966), junto con sabinas en llanuras sometidas a fuerte inversión térmica invernal. El pino carrasco abundante ya señala el clima marítimo mediterráneo del Bajo Ebro y las vertientes menos frías de la Sierra de Alcubierre (300-600 m. alt.), junto con varias plantas termófilas que no resisten las heladas de invierno.

Toda la cubeta árida central está desprovista de encina carrasca y en ella dominan matorrales (hoy casi destruidos) de coscoja, escambrón y enebro, en una mancha que supera los diez mil kilómetros cuadrados. Hacia el centro-NE encontramos la parte endorreica más continental ahora y en el pasado.

Una aureola de casi 20.000 km.² bordea la anterior, con lluvias más importantes (300-500 mm.) y menor inversión térmica invernal, atmósfera con algunos períodos húmedos importantes, pero con sequías estivales muy fuertes. Corresponde a zona de viñedos y cultivo cerealista, con olivar productivo. Se caracteriza por carrascales y el pino carrasco en los lugares más secos. Sus modalidades climáticas pasan paulatinamente a las de los montes circundantes, en gradientes climáticos que convendría conocer mejor. Es el ambiente mediterráneo-continental peninsular típico, muy alterado desde la época de los romanos y con erosión que acentúa los aspectos esteparios propios del ya mencionado para el centro seco de la cubeta. Al faltar el suelo, por erosión, desaparece su papel regulador y el clima se continentaliza, es decir se hace estépico por influencia del roquedo sin capacidad para retener el agua freática reguladora de la temperatura superficial edáfica.

Conviene destacar las semejanzas entre clima riojano y el del Maestrazgo-Bajo Ebro; en ambos la influencia marítima mitiga dicha continentalidad y aparecen ambientes de clima suave y con mayor pluviosidad otoñal.

Hacia la Cordillera Ibérica (Soria, Guadalajara, Teruel-Cuenca), con altitud progresiva aumenta la continentalidad y las lluvias estivales, disminuyendo las invernales; todo ello favorece al pinar de *Pinus sylvestris* que ya domina a partir de los 1.200-1.500 m. de alt. En climas locales favorables aún aparece el marojal (1.000-1.500 m.) con estepa (*Cistus laurifolius*), parecido al subcantábrico pero en un ambiente más continentalizado. Sierra de la Virgen y Monte de Herrera, más otros próximos, reciben mitigada la influencia cantábrica, especialmente durante el otoño y primavera, con temperaturas invernales suavizadas por la frecuencia de nieblas. Los jarales con algún alcornoque y el marojo que salpica robledales o quejigales, indican los ambientes menos continentalizados de las estribaciones ibéricas.

Por el contrario, el pino laricio (*Pinus nigra* ssp. *salzmannii*) en contacto hacia los 1.200-1.400 m. con pino albar (*P. sylvestris*) señala, con las sabinas, las modalidades más continentales de los Montes Universales y Gúdar-Monegro, en las cabeceras de los ríos Jiloca y Guadalupe. A mil metros de altitud aún encontramos un área endorreica antigua en Gallocanta.

Hace años estudiamos la pluviosidad en dichos climas continentalizados y pudimos señalar hasta más de 1/3 de la lluvia anual caída en mayo-junio; la de diciembre-enero resulta insignificante. A septiembre se adelantan las lluvias otoñales características del Mediterráneo occidental, lo que junto con el calor acumulado en verano asegura una buena otoñada de pastos en montes elevados.

Nuestros estudios señalan un sector continental entre Molina-Albarracín por Belchite-Monegros al Sobrarbe-Ribagorza subpirenaicos, situado a 1/3 del Mediterráneo y a 2/3 del Cantábrico; la relación mencionada expresa tanto la facilidad de penetración cantábrica como dificultad de la mediterránea. Un buen meteorólogo verá enseguida la influencia del paso de perturbaciones ciclónicas con un curso normal del WNW (cierzo), bajando en dirección SE por el valle del Ebro que las succiona hacia el Mediterráneo. Montes afectados por dicha penetración y de manera más directa son los de Cameros-Rioja, Moncayo, Sierras de La Virgen, Algairén-Vicort y Monte de Herrera, que se adelantan hacia el Valle del Ebro y lo estrangulan algo en su borde meridional. Las Sierras del Maestrazgo cierran por el SE la penetración mediterránea, provocando la continentalidad notable en valles de Teruel a muy poca distancia del mar.

Por el lado septentrional de la cubeta penetra algo más la influencia mediterránea, como demostramos en 1960 (pp. 101-102), en especial de los levantes y lluvias primaverales, alcanzando con claridad las cercanías de Barbastro y acaso las estribaciones orientales de la Sierra de Guara. Ya en pleno Pirineo las Sierras del Cadí, dorsal catalana —Montsec, etc., dificultan la penetración mediterránea.

LAS ESTRIBACIONES PIRENAICAS

Destaca como acabamos de esbozar, la continentalidad del Sobrarbe, con réplica oriental en el Ribagorza-Pallars y otra actualmente muy acusada de la Cerdaña-Urgellet-Andorra, provocada por la pantalla del Cadí y situación de los valles entre montes muy elevados.

La Sierra de Guara-Canciás, con Basarán-Otal y Panticosa, señalan el límite oriental de la penetración cantábrica actual y pretérita; se trata de una frontera paleoclimática que puede reconocerse analizando el área de varias plantas paleoendémicas pirenaicas (MONTSERRAT, 1974 b). Han sido valles muy continentales, aún durante el Plioceno y Cuaternario.

Hacia el Levante aumenta la influencia mediterránea, pero aún observamos climas muy continentales hasta La Cerdaña; el estudio de plantas endémicas de ecología esteparia hace suponer que se trata de continuidades más recientes y que acaso han sufrido discontinuidades durante el Plioceno o Cuaternario antiguo. En la Cerdaña se aprecia claramente una penetración reciente de elementos orientales afines a los de los Alpes occidentales y del Valais suizo. Los elementos florísticos residuales en los montes del Sobrarbe parecen más antiguos y en su mayoría autóctonos.

En el Somontano oscense ya encontramos el contacto del carrascal aragonés normal con otros empobrecidos de las solanas muy pendientes, caracterizados por la abundancia de enebros y la sabina pudia (*Juniperus phoenicea*), árboles de muy lento desarrollo que compiten ventajosamente con la carrasca en ambientes muy continentalizados. Entre Ayerbe-Guara, gran parte del Bajo Ribagorza-Sagriá-Urgel y en las faldas de San Juan de la Peña, con Ornel-Orna, encontramos dichos bosquetes indicadores de un clima seco extendido por el hombre al provocar la erosión del suelo primitivo. Son ambientes difíciles para la agronomía de secano y para la explotación de pastos, pero aptos para explotar el suelo profundo de las vaguadas y muy especialmente el regadío.

Sobre suelos de conglomerado-areniscas, en *terra rossa* relicta, encontramos unos bosquetes de tipo maquis, con madroño, *Philly-*

rea media, *P. angustifolia*, *Bonjeania hirsuta*, *Odontites* gr. *jaubertiana*, etc. muy semejantes a los descritos para la orla cantábrica seca. Se trata de bosques residuales (relicto geomorfológico) mantenidos en climas locales más húmedos; se originaron bordeando el mar terciario de Aragón (clima marítimo) y han persistido empobrecidos con el suelo relicto. Son notables los de San Felices-Agüero, Apiés, Las Almunias (SE de Guara), etc. Su persistencia plantea el problema de admitir la persistencia de modalidades climáticas semejantes; en Agüero aparece una especie de geranio (*Erodium gaussonianum*) casi idéntico a otra especie de Orán, sin localidades intermedias en la Península, lo que indica un clima local muy peculiar y persistente a lo largo del acaecer geológico terciario-cuaternario.

El madroñal, aún cuando se ha modificado ligeramente como en el Somontano oscense mencionado, indica un clima marítimo, con lluvias otoñales muy notables y las primaverales importantes; las tormentas de julio-agosto facilitan el aprovechamiento de las lluvias septembrinas que nunca faltan; digo eso para intentar conocer mejor unos climas tan localizados. En otro trabajo (MONTSERRAT, 1971 b: 81) hablo con mayor extensión del madroñal y doy su distribución aproximada en el mapa de vegetación potencial.

El quejigal seco alterna con carrascales, señalando siempre los suelos margosos profundos que mejor retienen el agua a fin de primavera-verano. Existen varias modalidades. La oriental que alcanza Seo de Urgel, Espot, Pont de Suert, Seira, Bielsa y Fiscal-Bergua, con abundancia de *Viola willkommii*, aún recibe la influencia mediterránea algo mitigada. Una réplica se encuentra en La Jacetania occidental, de Tafalla hasta Jaca, con penetración hacia Salazar-Irati, Ansó, Hecho y Villanúa; en ella es la influencia cantábrica la mitigadora climática. Otoño y primavera lluviosos, frío invernal no excesivo, verano medianamente caluroso con períodos álgidos discontinuos, en dos-cuatro períodos de tres a ocho días cada uno. Se trata de un ambiente supramediterráneo (subcantábrico en La Jacetania) de transición hacia la montaña mediterránea. Entre dichos quejigales ya hemos dicho que suelen predominar los carrascales sobre suelos poco profundos.

LOS CLIMAS PIRENAICOS

Sobre dicha base climática, la altitud sólo acentúa sus rasgos hacia una continentalidad creciente, pero al mismo tiempo con aumento de la pluviosidad y descenso de la temperatura media anual.

El clima montano occidental es de hayedos, pero aparece el abeto en Navarra oriental (Irati-Salazar) y sigue por todos los valles

pirenaicos hasta el Pirineo oriental y Montseny. Los hayedos puros (sin abeto) indican los climas del Pirineo atlántico, el sometido directamente a la influencia de los vientos húmedos cantábricos, con corrientes ascendentes casi continuas, lo que provoca la formación de nieblas persistentes y «chiri-miri». Se relaciona con el ambiente montano vasco y apenas alcanza los valles de Ansó-Hecho en Zuriza y Oza. En el Valle de Aspe (Francia) hasta las cercanías de Estanés-Somport, el hayedo remonta las umbrías hasta casi los 1.800 m. alt.

En fondos de valle, con suelo profundo y clima más extremado, el abeto forma una especie de pináculos que sobresalen regularmente del manto continuo de hayas; es el bosque templado clásico que señala el límite superior del piso montano y la base del subalpino. Clima frío en invierno, con mucha nieve (1-2 m.) persistente hasta abril-mayo, lluvias y nieblas frecuentes, pero sometido a períodos soleados, algunas veces prolongados hasta 10-20 días seguidos. En dichas condiciones el haya prefiere una sombra ligera producida por las puntas del abeto y rehuye los suelos muy anegados en los que reina el abeto con otros árboles resistentes a la mala aireación edáfica. El aporte de agua edáfica permite al abeto persistir aún en climas poco favorables, por lo que su papel indicador climático no es absoluto.

Laderas sombrías, con heladas hasta junio, perjudican a los caducifolios que brotan en mayo y favorecen a los pinos. El verano seco con lluvias intermitentes seguidas de sol radiante, favorecen al pino silvestre que domina en todo el piso montano desde cerca Pamplona hasta Ripoll, entre 1.000 y 1.600 m. alt.; en climas locales secos y soleados puede remontar los 2.000 m. como ocurre en Andorra, Bohí, Torla, etc. Es el piso montano continentalizado, muy parecido a los extensos pinares de Covalada-Vinuesa (solana de Urbión), y de Cuenca-Teruel.

Los hayedos del Sobrarbe-Ribagorza son muy especiales y corresponden a cejas nubosas que se forman con frecuencia por la humedad de los grandes valles próximos: Canciás-Gabardiella, Bonansa, Faiada de Pont de Suert, etc. El aire ascendente provoca la formación de niebla y sus gotas mojan las hojas del haya; a sotavento encontramos oroclimas extraordinariamente secos, lo que demuestra la eficacia de dichos filtros naturales del hayedo protector. El escaso contenido de humedad absoluta impide la extensión de dichos hayedos muy localizados en dichas cejas de montaña. Su existencia afecta la humedad del suelo en toda la umbría, por lo que deberían respetarse al planear los aprovechamientos forestales.

El pino negro (*Pinus uncinata*) caracteriza la alta montaña mediterránea (Pirineo occidental y Prepirineo), así como el piso su-

balpino. En los Pirineos atlánticos y Pirineo occidental (MONTSERRAT, 1971) suele localizarse en oroclimas muy especiales, sobre cantiles de caliza muy dura, con escorrentía fuerte (aludes que reducen la innivación) y un conjunto de plantas oromediterráneas característico: Anielarra, Ezcaurri, Alanos-Forca, Tortiellas-Río Seta, Collarada-Telera, Tendeñera, etc. Equivale al piso subalpino (1.600-2.300 m.) pero es autóctono, con escasa influencia de la flora orófila sudeuropea.

La nieve de aludes se acumula en las hondonadas, con grosor de nieve entre 3-6 metros y algunas veces aún más; no hay matorral que resista dicha presión invernal, ni su abrasión de fondo. Los pastos de *Nardus stricta*, con enclaves aún más húmedos, indican dicha modalidad climática de alta montaña atlántica (mejor iberoatlántica) con innivación hasta junio-julio. Las lluvias primaverales, frecuentes en la montaña atlántica, funden la escasa capa nival de crestos y cantiles o laderas muy pendientes, pero no pueden con el grosor mencionado. Además el calor estival es reducido, con aire fresco del Oeste casi constante.

Entre Somport y Portalet de Aneo (Sallent), aparece ya un piso subalpino bien diferenciado, con azalea de montaña (*Rhododendron ferrugineum*) el pino negro y una serie de plantas características. Se reduce la capa nival (1-2 m.) que funde hacia mayo-primeros de junio, precisamente cuando ya escasean las heladas persistentes y puede florecer de manera explosiva la azalea mencionada. Dicho piso subalpino corre a lo largo de la cadena fronteriza y montes próximos, hasta el Pirineo oriental al este de Set Casas, entre 1.650 y 2.400 m. de alt. Las lluvias son frecuentes aún en verano, con nieblas no escasas, poco persistentes, insolación fuerte en verano que llega a caldear el ambiente hasta gran altitud. Tormentas estivales seguidas de sol radiante, he ahí las características del clima subalpino.

En las cimas pirenaicas, cotas por encima los 2.200-2.400 m., aparecen pastos rasos en suelos relictos y unas comunidades propias de suelos pedregosos, gleras pendientes, cantiles, ibones cegados y cresterías inhóspitas. Es el piso alpino con modalidades climáticas, pero que se caracterizan fundamentalmente por un período sin nieve corto (1-3 meses) y calor estival fuerte pero interrumpido por contrastes térmicos y heladas en agosto. El calor no basta para mantener árboles ni arbolillos y se forman céspedes o matas pegadas a las rocas, aprovechando el muy escaso de los días estivales soleados.

III. CONCLUSIÓN

LOS FITOCLIMAS Y SU IMPORTANCIA EN ESTUDIOS CLIMÁTICOS

Hemos pasado revista a unos ambientes caracterizados por la vegetación dominante; no son otra cosa los fitoclimas que se utilizan en la elaboración de mapas agrobiológicos, basados en el de vegetación interpretada por un experto en comunidades climáticas (de la etapa madura) y las permanentes de una región determinada. Algunos los llaman climáticos y climáticos, pero ya hemos dicho que la comunidad madura se estabiliza en un clima determinado y por lo tanto siempre es climática.

En cadenas montañosas el estudio climático siempre será incompleto y el de la vegetación puede darnos una idea aproximada de los gradientes climáticos; el mapa fitoclimático puede detectar ciertos valles que conviene estudiar con aparatos meteorológicos adecuados. Los conocimientos anteriores nos han ayudado a elegir las localidades más adecuadas para instalar 12 estaciones completas en el Valle del Ebro, de suerte que permitan conocer gradientes climáticos muy contrastados e ilustrativos.

Cuando las comunidades estables o climáticas, las maduras deducidas por el estudio de vegetación, entran en contacto topográfico con otras comunidades permanentes, indican variaciones locales del clima debidas al relieve, con influencia del aire encauzado (efecto Venturi), escorrentías y falta de suelo que aumentan los contrastes térmicos o continentalidad. La erosión en solanas también aumenta los contrastes pero por degradación ambiental que se detecta fácilmente en el paisaje. No son iguales las erosiones en cada tipo fundamental de clima.

En ambiente atlántico, con bosque destruido por un incendio, la vegetación se recupera muy pronto, pero desaparece el bombeo de bases del subsuelo (falta de árboles adultos) y predomina la erosión química, el lavado edáfico. En ambiente muy continental predomina la erosión física en todas sus formas, desde la superficial hasta la de fondo (coluvial) estimulada por hielo-deshielo primaveral, con movimientos periglaciares que sitúan pedruscos en superficie. El pedregal se caldea durante el día y enfría pronto de noche; el agua freática corre por el suelo fértil enterrado y no puede regular bien las fuertes oscilaciones térmicas. El ambiente mediterráneo participa del primero en invierno y del segundo en verano, pero sus modalidades continentalizadas dan una preponderancia enorme a la erosión física, en especial después del laboreo del suelo.

El mapa de vegetación (MONTSERRAT, 1966 y 1971 b) esquematiza unos tipos climáticos generales, los más difundidos en la región considerada. El conocimiento directo de cada valle, con situación de bosques y suelos erosionados, permite interpretar las variaciones topográficas importantes, guiados siempre por los principios generales expuestos. Algunos climas locales son muy antiguos y corresponden a la reducción extrema de otros parecidos que dominaban en áreas muy extensas. La vegetación relictas apoya tal suposición. Digo eso para que se vea claramente que no todos los oroclimas actuales son de igual importancia. En el espacio encontramos gradientes que son muy antiguos y se han desplazado, aumentando unos y reduciéndose otros. El estudio climático actual puede ayudar a interpretar el del pasado, pero con ayuda de otras fuentes de información de las que ahora no podemos ocuparnos, tanto geomorfológicas, como tectónicas y paleontológicas.

El clima no es constante, varió a lo largo del tiempo y desde el Mioceno ya se presentaba diferenciado en oroclimas parecidos a los actuales, pero sobre una base de llanura aún más árida, por lo menos más extensa y casi desértica en el Centro del Valle del Ebro. Sin tal diferenciación climática no puede explicarse la flora pirenaica actual ni sus relaciones tanto con los Montes ibéricos y estribaciones cantábricas (Sierra del Brezo y Pico Espigüete), como con los Alpes occidentales. El Plioceno señaló la reducción de los enclaves continentales, pero no logró eliminarlos por completo; lo mismo podríamos decir de las oscilaciones climáticas cuaternarias, amortiguadas en el valle del Ebro más continental.

El clima ha determinado la evolución de comunidades, pero partiendo de una base florística y faunística previa, sellada por un clima continental anterior y diferenciada posteriormente para adaptarse a todas las variaciones de los oroclimas pirenaicos. Aún persisten muchas de las modalidades climáticas pretéritas y es posible estudiarlas, medir sus parámetros fundamentales, para interpretar mejor la evolución paleoclimática y predecir las tendencias actuales con su repercusión sobre la productividad biótica en los distintos ambientes del Nordeste español.

IMPORTANCIA DE LA ORDENACIÓN TEÓRICA DEL PAISAJE

Nuestra época se caracteriza por una aceleración de la presión humana sobre el paisaje. Por otra parte nuestra civilización ha perdido el sentido biológico de la pervivencia y destruye rápidamente las fuentes de producción de alimentos, con unas acciones que por lo general son ya irreversibles.

Urge estudiar a fondo, ordenada y sintéticamente, todos los problemas mencionados. Ya no se trata de un problema de política agraria, ni ganadera, ni forestal, industrial o turística, sino un problema de política global que afecta la pervivencia de una España próspera y con oportunidades para nuestros hijos.

El consumo indiscriminado y destructor es suicida. En ello estamos y las medidas adecuadas deben llegar pronto; son ya urgentísimas si las queremos eficaces. Los investigadores damos la voz de alerta y debemos cultivar esos aspectos de interpretación paisajística; espero haber contribuido a concretar los aspectos fundamentales de una investigación integrada. Ahora falta el político que se atreva a concretarlas en acciones eficaces.

RESUMEN

Se intenta plantear teóricamente la problemática de las transferencias energéticas que «organifican» minerales de la Biosfera, con estructuras muy complejas, geológicas y biológicas.

Como introducción planteamos la problemática investigadora tan compleja, destacando los conocimientos ecológicos apropiados para investigadores en geofísica (meteorología y biofísica incluidas), edafología, ciencias agrarias, etc. Parece muy apto el método de la inducción funcional, con síntesis contrastada en los ecosistemas concretos, los que forman la trama paisajística que podemos estudiar con distintos métodos científicos. Se intenta plantear el problema de la fisiología paisajística, enlazándolo con el método descriptivo-estructural fitotopográfico de O. DE BOLÒS (1963).

Estudiamos las interacciones del clima y comunidad biótica, el trabajo de organización relacionado con gasto energético y las limitaciones propias de una complicación estructural progresiva. Se analiza la explotación natural y su importancia en el metabolismo del paisaje.

Como ejemplos concretos se aportan los gradientes climáticos más aparentes en el Valle del Ebro y montes circundantes hasta la orla cantábrica, con diversificación climática que determina un predominio de funciones anabólicas (clima marítimo) o catabólicas (continental) en cada ambiente y a lo largo de las estaciones anuales.

Finalmente se comenta la utilidad de los mapas fitoclimáticos y la importancia de la ordenación teórica, tanto del paisaje natural como el intervenido por el hombre.

FRECUENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BOLÒS, O. DE, 1963. — Botánica y Geografía. *Mem. R. Acad. C. y Artes de Barcelona*, 34 (14): 443-491. Barcelona.
2. MONTSERRAT, P., 1960. — Pastos para el secano aragonés. *P. Inst. Biol. Apl.* 32: 97-115. Barcelona.
3. —, 1961. — Las bases de la práticamente moderna, III. Ecología de las plantas pratenses. *Bol. Agropecuario*, dic.: 99-124. Barcelona.
4. —, 1964. — Fitotopografía. *An. Edaf. Agrobiol.* 23: 285-292. Madrid.

5. —, 1966. — Vegetación de la Cuenca del Ebro. *P. Centro pir. Biol. exp.* 1 (5): 1-22, mapa en negro a 1:1.000.000, Jaca.
6. —, 1971 a. — El clima subcantábrico en el Pirineo occidental español. *Pirineos*, 102: 5-19, diagr. ombrotérmicos y mapa. Jaca.
7. —, 1971 b. — *La Jacetania y su vida vegetal*. Caja de Ahorros de Zaragoza, Aragón y Rioja, 108 pp. y mapa color 1:200.000. Zaragoza. Cf. El ambiente vegetal jacetano. *Pirineos*, 101: 5-22, Jaca.
8. —, 1972. — Mapa en negro, 1:400.000, en *Guide C° Ses. Extr. Soc. bot. fr.* Andorra, Lérida, Jaca. Mayo (heliocopia en Toulouse, prof. G. DURRIEU).
9. —, 1974 a. — Los complejos de paisaje. Mapa 1:200.000, negro, Alto Urgel, Bergadá, Cerdeña y Andorra. *VII Congr. Int. Est. Pirenaicos*, Seo de Urgel, 16-21 sept. Guía: 57-61, Jaca.
10. —, 1974 b. — Continentalidades climáticas pirenaicas. Com. al *VII Congr. Int. Est. Pirenaicos*, 16-21 sept. Seo de Urgel.
11. MONTSERRAT, P. y VILLAR, L., 1972. — El endemismo ibérico. *Bol. Soc. Boteriana*, 46 (2ª sér.): 503-527. Coimbra.