

CONTINENTALIDADES CLIMATICAS PIRENAICAS

P O R

PEDRO MONTSERRAT*

SUMARIO. — *Introducción.* — 1. *Modalidades climáticas pirenaicas.* — A. Macroclimas: a) Cantábrico, b) Mediterráneo y c) Mediterráneo-continental. B. Climas locales. Oroclimas. C. Climas edáficos. D. La sequía topográfica. E. La sequía geológica. — 2. *Las comunidades permanentes.* A. Explotación natural abiótica (autoconsumo y exportadora). B. Explotación natural biótica. C. Persistencia de la explotación. — 3. *Aspectos coroeológicos.* A. El área de algunas plantas. B. La especialización orofítica. C. La adaptación petrosa. D. Los refugios de montaña. E. Ejemplos de áreas significativas. F. Las endémicas pirenaicas. G. La pretendida rigidez ecológica de las paleoendémicas. — 4. *Consideraciones finales.* — *Referencias bibliográficas.* — *Resumen, Résumé y Summary.*

INTRODUCCIÓN

En un trabajo anterior estudiamos la penetración del clima cantábrico hacia el Valle del Ebro (23) y Pirineo occidental. Posteriormente, en varias publicaciones cartográficas (21, 22, 24), un libro divulgador (22), el estudio del endemismo ibérico (26) y las conexiones florísticas pirenaicas (25), destacamos varias modalidades de clima continental en el Valle del Ebro y Pirineos españoles.

Entiendo por continentalidad climática, la falta de influencia directa de las masas aéreas procedentes del Cantábrico o bien del Mediterráneo; la caracteriza el aire seco predominante, precipitación escasa durante los meses fríos, lluvias con frecuencia tormentosas en primavera y verano, seguidas de sol radiante a las pocas horas, suelos que se desecan rápidamente. Temperaturas edáficas con fuertes oscilaciones, provocando las fluctuaciones extremas del aire seco. He ahí algunos rasgos característicos de la continentalidad que van ligados a la extensión extraordinaria de comunidades vegetales poco maduras, permanentes y sometidas a la *explotación natural* que analizaremos seguidamente.

* Centro pirenaico de Biología experimental. Apartado 64 JACA (Huesca).

Continentalidad extrema se observa en las cuencas endorreicas, con evaporación mucho mayor que la precipitación, suelos exopercolativos, salinos; la estepa salina endorreica roza la base pirenaica aragonesa en los Monegros, con lagunicas sin avenamiento y bosquetes ralos de sabinas y enebros dominantes (*Juniperus thurifera*, *J. phœnicea* y *J. oxycedrus*), con algo de coscoja (*Quercus coccifera*) y escambrón (*Rhamnus lycioides*), como los estudiados por BRAUN-BLANQUET y O. de BOLÒS (3).

Entre la oceanidad máxima de Guipúzcoa-Baztán y continentalidad en el Sobrarbe-Ribagorza, la orografía accidentada crea un mosaico de climas locales con oroclimas, tanto en la actualidad como a través del tiempo geológico. No es nueva la sequía continental y durante el Mioceno seco abarcó gran parte del Pirineo, difuminándose hacia modalidades suboceánicas en la Rioja-norte de Burgos. El Mediterráneo se desecó, determinando la estepización pirenaica y desertización de la cubeta ibérica.

La flora reflejó fielmente los cambios climáticos; al aumento de humedad pliocénica siguió la reducción de las áreas estépicas pirenaicas, con acantonamiento de muchas comunidades hacia crestos ventosos, pedregales inestables y cantiles venteados. Es un hecho que explica tanto la riqueza florística pirenaica como una parte de su endemismo y sus relaciones con otros macizos ibéricos o sudeuropeos.

El estudio del endemismo y el área de algunas plantas estenoicas pirenaicas, con sus fitocenosis, permitirá establecer unos esquemas paleoclimáticos e interpretar la situación topográfica de plantas muy especializadas. Ya es dable presentar un esbozo de investigaciones posibles que pueden completarse con programas para el Fitotrón, similares a los de P. CHOUARD y su escuela. A continuación intento reunir algunos principios tanto climáticos como coroeológicos, seguidos del comentario sobre varias especies significativas y unas cortas consideraciones finales.

1. MODALIDADES CLIMÁTICAS PIRENAICAS

A. Macroclimas. — Podemos distinguir tres fundamentales.

a) *Cantábrico.* — Modalidad de clima oceánico característica de los Pirineos atlánticos (25). Gradiente casi insensible en Aquitania hacia modalidades de clima europeo, pero muy contrastado en la Rioja y Navarra media (23); la influencia subcantábrica se difumina en la Jacetania (22), pero en otras épocas alcanzó las estribaciones occidentales del Canciás-Cotefablo y Guara.

b) *Mediterráneo.* — Con varias modalidades a un lado y otro

de la Cordillera; destaca la húmeda con alcornoques en los que abunda el madroño (*Arbutus unedo*) y el brezo (*Erica arborea*), en contacto casi directo con hayedos especiales que alcanzan el SE del Cadí, barrera infranqueable para el paso hacia La Cerdaña-Urgellet de los efluvios mediterráneos.

c) *Mediterráneo-continental.* — Con las modalidades casi estépicas ya mencionadas, unos bosquetes altimediterráneos de quejigo (*Quercus faginea* ssp. *valentina* y ssp. *cerrioides*, etc.), pinares de carrasco y negral de Salzmänn, alternando con bosques mucho más secos en los que domina *Quercus rotundifolia*, con *Q. coccifera*, estirpes arbóreas de *Juniperus oxycedrus* y el boj (*Buxus sempervirens*). En los valles interiores del Sobrarbe-Ribagorza, Pallars, Urgell-Cerdaña, se acentúa la continentalidad orofítica que alcanza, algo modificada, hasta Bujaruelo-Gavarnie, Pineta-Vielle Aure, Seira-Benasque-St. Béat, Espot, Andorra, etc. El abanico fluvial Cinca-Segre favoreció la penetración de una flora estépica, junto con el portillo ceretano, durante el Terciario y Cuaternario.

B. Climas locales. Oroclimas. — La encrucijada de tres climas fundamentales, unida a la circunstancia de un viento dominante del WNW, interceptado por varias cordilleras longitudinales (E-W), con otro menos penetrante del Mediterráneo (Levante) que no alcanza la Cerdaña en el Pirineo axil ni Barbastro en sus estribaciones aragonesas, más la complicada red de sierras y valles que provocan efecto foehn, de solana, etc., determinan un sinúmero de climas locales y oroclimas caracterizados por su continentalidad. El viento fuerte, el solano que afecta ciertas laderas, las pendientes con sus escorrentías fuertes (nivales y pluviales), los suelos esqueléticos que retienen poca agua y se desecan rápidamente, los substratos calizos cársticos, etc., aumentan el efecto desecante con suelos sujetos a fuertes oscilaciones térmicas.

Conviene no olvidar que el agua realiza unas funciones naturales reguladoras. La sequía climática o edáfica, por lejanía o dificultad de la penetración marítima, siempre provoca un aumento de la continentalidad, oscilaciones térmicas que repercuten sobre la maduración edáfica y el progreso climático de sus fitocenosis. A continuación veremos algunas peculiaridades de las comunidades permanentes explotadas por factores ambientales naturales, por fluctuaciones climáticas como las características de todo clima continentalizado.

El esbozo de la red climática actual, persistió más o menos modificado a través del tiempo en montes rejuvenecidos reiterativamente. La sequía y continentalidad máximas se lograron por desecación del Mediterráneo durante el Mioceno, con penetración de espe-

cies iranoturánicas, orófitas asiáticas y las iberomauretánicas. Han persistido los oroclimas continentalizados, conservando parte de dicha flora esteparia, precisamente la que pudo colonizar la montaña.

En la trama de oroclimas mencionados, observamos que cada exceso de humedad en una ladera queda compensado por un aumento de sequía en la opuesta; en Sobrarbe-Ribagorza la niebla de los valles se fija en cejas nubosas (precipitación horizontal), como las que producen hayedos relictos en el Canciás de Fiscal, cerca Bonansa y en la Fayada de Pont de Suert. Crestones ventosos secos (*Ononidetalia striatae*) son contiguos e indican la persistencia de una vegetación esteparia muy antigua y adaptada al oroclima seco de montaña.

Siempre, el exceso en una parte queda compensado por un defecto en otra próxima. Parece una ley muy general que provoca el mantenimiento de ambientes muy contrastados, en un complejo paisajístico reticular; el ecólogo MARGALEF (19, 20) estudió aspectos peculiares de dicha ley general.

En trabajos cartográficos puse de manifiesto la intensa acción del viento encauzado en los valles, con efecto Venturi en los estrechamientos; velocidad eólica que aumenta la sequía topográfica en unos lugares y asegura la persistencia de una vegetación xerófita en oroclimas mucho más áridos que los circundantes. Existe continentalidad provocada por el viento encauzado de los valles pirenaicos.

C. Climas edáficos. — En las modalidades reseñadas el clima actúa sobre la vegetación directamente y a través del suelo. La pendiente topográfica y composición de las rocas, influyen igualmente sobre caracteres físicos del suelo (microclimas edáficos).

Peñascos calizos carstificados sostienen suelos muy secos, con variaciones termométricas acusadas. La pendiente aumenta escorrentías (nival y pluvial) con escasa penetración del agua precipitada y, si es extrema, intercepta la lluvia (extraplomos y cuevas). El agua sustraída por escorrentía en ladera se aporta en exceso al valle, ejemplo clarísimo de mecanismo natural diversificador. El concepto de monoclímax puede ser teórico, una tendencia, pero en la naturaleza otras tendencias tratan de evitar la homogeneización, de mantener la diversidad estructural paisajística, con aumento de oportunidades para seres vivos de exigencias muy diversas.

La temperatura ambiental influye sobre la meteorización química de las rocas, retardándose hasta anularla en los montes elevados; la falta de coloides (arcilla) disminuye la capacidad de campo edáfica, siendo insuficiente el aporte de materia orgánica mal humificada para compensar la falta de coloides edáficos. Mala reten-

ción hídrica determina variaciones termométricas extremas, continentalidad edáfica que observamos en casi todos los suelos de montaña actuales, excluyendo los relictos o los situados sobre roca con arcilla fósil (arcilla heredada). Resulta extrema la continentalidad en montes cársticos y permite la persistencia de comunidades y hasta bosques terciarios; es lo que ocurre sobre calizas duras del Pirineo occidental (28).

D. La sequía topográfica. — Continuamente aludimos este tipo de sequía, la que provoca continentalidad en las montañas, pero conviene perfilar nítidamente el concepto, como el de *sequía fisiológica* tan empleado en lenguaje ecológico.

Se relaciona evidentemente con la *sequía edáfica* provocada por escorrentía, el viento encauzado, efecto foehn, solana, etc. Es útil situar cada comunidad en su catena topográfica y en la dinámica atmosférica modificada por el relieve, hasta localizar las modalidades más secas, en clima contrastado y con mayor calor estival. Una mata, *Juniperus sabina* detecta fielmente dichos enclaves sometidos a sequía topográfica en parte del Pirineo, junto con *Arctostaphylos uva-ursi*, *Thymelaea nivalis*, *Globularia repens*, *Saponaria caespitosa*, *Echinopartum horridum*, *Arenaria tetraquetra*, *Alyssum diffusum*, *Brassica repanda*, *Koeleria vallesiana*, *Festuca indigesta* y *F. scoparia*.

E. La sequía geológica. — Los climas evolucionan lentamente y, a lo largo del acaecer geológico, las variaciones llegaron a ser importantes. Además de las sequías durante las glaciaciones cuaternarias, conocemos de manera cierta la extraordinaria miocénica que selló la evolución florística pirenaica con efectos que perduran hasta nuestros días.

Paulatinamente conoceremos mejor los períodos secos geológicos y, unidos a la persistencia de oroclimas secos, será posible interpretar el área actual o pretérita de las comunidades permanentes.

La contracción de dichas áreas a lo largo del Plioceno-Cuaternario, determina la riqueza de ciertos enclaves florísticos pirenaicos; sus caminos de penetración se deducen al estar jalonados por poblaciones seriadas. El sentido migratorio puede reconocerse en el caso de variaciones cromosómicas irreversibles (poliploidía, ciertas aneuploidías) como hace FAVARGER y su escuela (6, 7, 8, 11, 12, 13, 14) o bien interpretando la especialización ecológica progresiva en localidades ordenadas y con vegetación relictiva similar.

2. LAS COMUNIDADES PERMANENTES

Es un hecho la diversidad climática en el espacio y el tiempo; íntimamente relacionada con ella, la diversidad de fitocenosis, expresión de la más amplia en comunidades más o menos independizadas de su ambiente, es decir, más o menos maduras.

Muchas comunidades no pueden madurar ni alcanzar su etapa clímax por estar sometidas a una explotación continua que lo impide; unas pierden lo que otras ganan; unas con freno en su evolución y otras la aceleran con lo recibido. Otra vez la misma ley general, un fenómeno espontáneo que favorece la diversificación.

Con L. VILLAR analizamos hace poco el concepto de *explotación natural* (26) intentando una generalización teórica relacionada con las ideas magistralmente expuestas por MARGALEF (19, 20). Es útil dicha abstracción porque permite la interpretación ecológica del endemismo, en comunidades permanentes relictas y explotadas.

A. Explotación natural abiótica. — Cabe distinguir dos modalidades fundamentales: a) *autoconsumo* de tipo ecofisiológico por aumento de la respiración o freno en la asimilación y b) *explotación exportadora* que se relaciona con la erosión geológica.

La dinámica del agua en laderas, aludes, arrastre de hojarasca y la soliflucción, ilustran los mecanismos naturales de explotación exportadora; las comunidades receptoras evolucionan rápidamente hacia etapas más maduras. Es frecuente encontrar en el seno de una comunidad explotada, algunos rellanos o depresiones con otras más complejas y evolucionadas; los bosquetes de tejo y abeto en Aragüés del Puerto, Bujaruelo y Añisclo (1200-1600 alt.), expresan fielmente la realidad de los mosaicos formados por comunidad explotada y la que recibe los aportes o parte de ellos.

Los climas edáficos continentalizados, con grandes contrastes térmicos, soportan fitocenosis y plantas con respiración exacerbada entre dificultades para la asimilación; cuando pueda medirse la fotorrespiración en ambientes de montaña, comprenderemos las adaptaciones vegetales para contrarrestarla.

B. Explotación natural abiótica. — Los animales forman comunidades naturales con las plantas y su acción ha sido decisiva en la formación-conservación del endemismo pirenaico.

Conocemos la extraordinaria diversidad de herbívoros terciarios, con manadas o rebaños que se despazaban por trochas no ajenas al relieve y aprovechando la producción de comunidades más o menos abiertas; extendieron las comunidades permanentes sometidas ya a la explotación abiótica y, durante el Plioceno-Cuaternario, fre-

naron la invasión forestal, por lo menos en las comunidades preadaptadas a la explotación.

El hombre (y sus rebaños domésticos) continuó dicha acción explotadora, pero ya existían las comunidades resistentes a toda clase de explotación natural y un endemismo pirenaico antiguo en retracción.

C. Persistencia de la explotación. — Por lo menos desde el Mioceno, las fitocenosis montañas se han visto sometidas a una explotación activísima con clima continentalizado; persistió una parte importante de la flora xerofítica esteparia, en especial la que logró penetrar hacia el Pirineo con la sequía extraordinaria miocena.

He ahí las premisas necesarias para la interpretación ecológica del endemismo pirenaico; las estribaciones meridionales cantábricas presentan indudables analogías y las tendremos en cuenta al estudiar la ecología y corología de algunas plantas endémicas pirenaico-cántabras.

Las comunidades permanentes, por estar sometidas a una explotación intensa, con adaptaciones efarmónicas que permiten frenarla o contrarrestarla, resultan muy idóneas para el estudio ecofisiológico. El clima local orófilo explica sus estructuras y adaptaciones, mientras éstas dan idea de climas pretéritos, relegados a ciertas laderas o crestas de extensión mínima, residual. Todo lo dicho se relaciona con climas locales fluctuantes (humedad y temperatura), es decir, con los climas continentalizados.

3. ASPECTOS COROECOLÓGICOS

Especies y comunidades han tenido un origen, una época de expansión, con retracción más o menos lenta hasta su extinción.

Las comunidades explotadas, las permanentes abiertas y poco complejas, presentan indudables ventajas para el estudio ecofisiológico individual y colectivo. Se componen de plantas altamente especializadas, formando comunidades apenas estratificadas muy sujetas al ambiente abiótico y con adaptaciones efarmónicas de fácil interpretación.

Dichas fitocenosis, ricas en componentes, suelen representar la contracción de áreas extensas en poco espacio y formando un mosaico de microambientes detectables. Sus especies tan especializadas se formaron lentamente por evolución, pero su diseminación suele ser difícil por ser plantas normalmente poco agresivas.

A. El área de algunas plantas. — El área constituye una característica esencial de las especies y sus entidades infraespecíficas;

su proyección actual depende de fluctuaciones climáticas pretéritas, respondiendo al estímulo ecológico presente, pero igualmente al reinante en las cercanías durante las épocas geológicas. Lo dicho vale para táxones poco agresivos, especializados en comunidades explotadas naturalmente y en situaciones topográficas que favorecen el aislamiento; dicha validez disminuye al alejarnos en el tiempo hacia períodos del Terciario.

Las plantas de oroclimas continentalizados suelen presentar área fragmentada, con núcleos pequeños pero que abundan más en su parte central, en su óptimo ecológico actual y pretérito. Dicho centro de área puede ser excéntrico geométricamente y su desplazamiento indica sus preferencias climáticas y con frecuencia su procedencia.

Para un taxon determinado, tanto el centro genético primario como los secundarios, pueden deducirse por métodos corológicos, interpretación ecológica, estudio de afinidades con diversificación morfológica y ecotípica del mismo en determinados montes, etc.

Cuando varias especies de un mismo elemento (área semejante) coinciden en muchas localidades de montaña, su comunidad expresa fielmente todo un conjunto de características ecofisiológicas.

Las comunidades permanentes pirenaicas, albergan especies centradas en la Península ibérica o estribaciones cantábricas, Macizo Central francés, parte occidental alpina, montes balcánicos y aún montes asiáticos con sus estepas o las estepas norteafricanas. Sus relaciones antiguas vienen jalonadas por áreas intermedias y muchas veces por una serie ordenada de formas y ecotipos (con frecuencia razas cariológicas) que permiten deducir el sentido migratorio.

Como ejemplo de área centrada en Aragón y estribaciones pirenaicas aragonesas citaremos al boj (*Buxus sempervirens*), extraordinariamente adaptado a las modalidades climáticas continentalizadas, con polimorfismo que corresponde a infinidad de ecotipos; en el Sobrarbe manifiesta su poder avasallador con estirpes que persisten a la sombra de haya-abeto en Ordesa y Bujaruelo, encaramándose por laderas muy pendientes (crioturbación) hasta los 2000 m por lo menos, con matitas que retienen suelo y forman una especie de «garide» de matiz oromediterráneo indudable. El boj es autóctono y persistió a lo largo del Terciario formando ecotipos adaptados a los ambientes más variados.

Lejos del centro areal y acaso genético, el boj parece perder plasticidad y, hacia el borde de su área fragmentada, en localidades ya extremas, aparecen enclaves con la rigidez ecológica premortal.

La sabina rastrera (*Juniperus sabina*) presenta un centro orófito levantino, con densos matorrales e infinidad de ecotipos, más otro

de las estribaciones cantábricas, en crestas de las calizas carboníferas (calizas de montaña), donde aún se manifiesta pujante; en el Pirineo es raro encontrar poblaciones densas (salvo en Sobas-Respurnoso de Sallent y en la solana de Espot), señalando siempre los enclaves con mayor calor estival y sequía topográfica. Su congénere *J. thurifera* casi desapareció del Pirineo (abunda en los dos centros ibéricos mencionados) pero se conserva en su falda más continental (Monegros) y en St. Beat y reaparece en los Alpes occidentales más secos (St. Crépin); ambas especies presentan ecotipos adaptados a suelos calizos y a los decalcificados o silíceos detectando climas continentales actuales o pretéritos.

La modalidad fluctuante de clima continentalizado, pero oceánico en parte del año (clima oroibérico), viene expresada por los piornos (piornales característicos de solana en montes del NW peninsular) y muy particularmente por *Cytisus purgans* (Lacherito de Ansó, 1300-1600 m alt.) que falta en el Pirineo central y reaparece en el clima más suave del Pirineo oriental. *Genista florida* (Valle de Hecho, 1200-1500 m. alt. y Bielsa, pero acaso también en Torla) ya no llega al Pirineo oriental.

Echinopartum horridum presenta área centrada en el Sobrarbe (800-2000 m alt.), en suelos calizos. Hacia occidente reduce su vitalidad (clima subcantábrico) y en Navarra sólo encontramos las pequeñas poblaciones relictas de Garde-Fago, Sierra de Leire y Monte Leoz. En el Macizo central francés aún reduce más sus poblaciones, con ecotipos marcados morfológicamente. Sus especies afines bordean el Escudo hespérico, con *E. boissieri* calcícola (SE) y *E. lusitanicum* silicícola (WNW).

B. La especialización orófitica. — Las áreas orófitas exiguas favorecen la deriva genética; sucesivas contracciones y dilataciones (ritmos climáticos) segregan ecotipos que colonizan progresivamente altitudes superiores. Es un proceso lento, variando su rapidez según las especies; es premisa esencial la antigüedad del taxon en la comarca, sin su desaparición en ningún momento.

J. BRAUN-BLANQUET en su luminoso trabajo sobre las cepas preglaciares de la flora pirenaica (2), analiza la especialización orófitica a partir de táxones intertropicales, esteparios, atlánticos, etc. Veamos ahora un ejemplo típico pirenaico.

Thymelaea tinctoria, especie termófila muy acantonada en Cataluña septentrional, Bajo Ebro y pequeñas poblaciones en la Francia mediterránea, señala en Aragón los crestones que escapan a la inversión térmica invernal (con *Globularia alypum*, *Helianthemum marifolium*, etc.) (3). En el Pirineo centro-occidental más seco (2000-2600 m alt.) abunda una estirpe relacionada que resiste temperatu-

ras bajísimas en crestas sin nieve invernal; se trata de la subespecie *nivalis* (Ramond) P. Monts. [(27): 71, (22): 33-34 y (26): 516] que además presenta poblaciones intermedias en la parte más continental del Sobrarbe, con cierta gradación hacia la ssp. *tinctoria* (por ejemplo Puente de los Navarros ca. de Torla, 1000 m. alt.), indicando tanto el camino seguido como el sentido de la especialización ecológica progresiva. En el Pirineo occidental ya se acantona con otras paleoendémicas (*T. dioica*, *Saponaria caespitosa*, *Jurinea humilis*, *Globularia repens*, *Sideritis* gr. *hyssopifolia*, etc.), todas de origen ibérico, en crestones venteados sobre un potente sistema cárstico y con oroclima extraordinariamente seco. Puede pensarse en su extensión antigua (Mioceno) y retracción posterior ante la invasión de bosques subcantábricos (Plioceno-Cuaternario).

A favor de dicha interpretación, cabe considerar el comportamiento coroeológico de su congénere *T. dioica* que aún persiste en poblaciones diminutas del Sobrarbe, Ribagorza y Urgellet (500-800 m. alt.), en cantiles o cuevas que indican su mayor dispersión, antes de especializarse hacia fisuras de los peñascos altimontanos pirenaicos.

C. La adaptación petrosa. — Acabamos de analizar el ejemplo de una planta que logró persistir gracias a la vida fisurícola, con adaptaciones que la independizan hasta cierto punto de los ciclos climáticos geológicos (Mioceno-Cuaternario).

Para lograrlo las plantas sufrieron un lento proceso de adaptación, primero en comunidades abiertas (explotadas) del tipo matorral hasta especializarse para colonizar fisuras estrechas de cantil, extraplomos y finalmente cuevas. En los potentes cantiles se sustraen a la competencia del bosque invasor o hielo de los glaciares. Las variaciones diarias y estacionales de temperatura, más la sequía aumentada por exposición al viento y reducción extrema del suelo, caracterizan el ambiente de cantil, el más continentalizado pirenaico.

Los suelos oromediterráneos se ven sometidos a fuertes tensiones provocadas por hielo-deshielo; la crioturbación edáfica es un fenómeno periglacial estudiado por varios autores (5). Las piedras remontan a la superficie cubriendo un suelo relicto y muy fértil; el movimiento de cantos daña las plantas que deben sufrir un largo proceso de especialización.

Dicho hábitat petroso casi coincide con el de pedregales móviles por gravedad, gleras (hábitat glareoso), y en los Pirineos vemos ejemplos de transiciones insensibles.

Son muy antiguos el conjunto de fenómenos mencionados, iniciándose con seguridad en el Oligoceno, después de la orogénesis

que levantó las Sierras interiores (Perdido-Tendeñera-Collarada, Bisaurín-Forca-Ezcaurri, Anie-Petrachema-Linza). Entre Mioceno-Cuaternario es probable su constancia; se trata de un problema paleoecológico que conviene precisar, pero parece evidente.

Consecuencia de dichos fenómenos y adaptaciones progresivas de las plantas, es la formación de ecotipos de una misma especie adaptados a todas las modalidades petrosas mencionadas. Su conocimiento profundo, con estudio ecofisiológico de cada ecotipo y corología actual, permitirá perfeccionar tanto los conocimientos sistemáticos como fitosociológicos y situarlos en un esquema paleoclimático.

D. Los refugios de montaña. — El enclave de la Pène de Sécougnat es discordante con la vegetación actual de Gavarnie (4), pero se comprende al conocer Bujaruelo, Ordesa y Añisclo. En la solana de Peña Gallinero (Ordesa), 1800 m alt., aún encontramos especies tan mediterráneas como: *Jasonia glutinosa*, *Telephium imperati*, *Clypeola microcarpa* var. *pyrenaica*, *Centranthus* gr. *angustifolius*, *Draba hispanica*, *Cynoglossum nebrodense*, *Chaenorhizum origanifolium*, *Scrophularia crithmifolia*, *Satureia montana* y *Thymus vulgaris*, junto con la mayoría de las conocidas en el próximo valle de Gavarnie.

El conocimiento corológico de las plantas estenoicas pirenaicas señala fielmente dichos refugios, detectando al mismo tiempo la presencia de varias paleoendémicas pirenaicas. En la solana de Gallinero se encuentra la rara *Vicia argentea*, con *Androsace cylindrica* en el cantil y *Scrophularia pyrenaica* en cuevas sombrías. LOSA encontró en el próximo Cotatuero (clavijas), la estenoica y rara *Athamanta cretensis* (18: 164). *Borderea pyrenaica* no falta en las cercanías y al mismo tiempo una forma especial de *Brassica repanda*; la última especie alcanza su altitud máxima conocida en las faldas del Soum de Ramond, hacia 2500 m y en suelo removido por crioturbación intensa, junto con *Borderea pyrenaica*, *Ranunculus parnassifolius*, etc. Es lógico pensar que estamos en el centro areal (actual y pretérito) de *B. repanda*.

No es casual la coexistencia en determinados oroclimas de unas especies tan estenoicas; si estudiamos las de área mayor es posible interpretar sus exigencias ecológicas actuales y la existencia de los oroclimas que posibilitan su expansión, la llegada de varios elementos florísticos, su diferenciación y retracción posterior a los cuarteles reducidos actuales. Tanto el estudio fitosociológico (comunitario) como el ecofisiológico deben resultar fundamentales, sin descuidar la genética de poblaciones actuales o pretéritas.

E. Ejemplos de áreas significativas. — En la Pène de Sécoug-

nat, ca. Gavarnie, existe una especie residual con afinidades esteparias clarísimas que nos servirá para iniciar la lista de plantas pirenaicas acantonadas en climas locales excepcionales.

Saponaria bellidifolia persiste en la cúspide de un pitón adosado al potente cantil (de 800-1200 m alto) casi vertical y algo envolvente (forma cóncava), de suerte que refleja la radiación solar matutina y post meridiana hacia dicho pitón colocado en el foco de un inmenso captador de energía solar. El valle de la Gave d'Ossoue es barrido por fuertes vientos de WNW, dirigidos por la muralla del Marboré-Tres Sorores y portillo del Port Neuf d'Estaubé hacia el profundo valle de Pineta, orientado en la misma dirección del viento dominante. Dicho viento, con efecto foehn muy marcado, determina una insolación intensa, clima local de ahora y del pasado geológico; lo atestiguan el conjunto de plantas acompañantes (4), de origen ibérico o estepario, que alcanzaron la región en otras épocas.

Scabiosa graminifolia ya presenta varias poblaciones minúsculas entre la Sierra de Codés (Navarra-Alava) y la región de Berga (9) donde acaso se encuentre la población más importante (1: 341). Además de las localidades aportadas por FONT QUER (9) conocemos la de CHOUARD (Peña Telera, sobre Ibón de Piedrafita) y J. FERNÁNDEZ CASAS (Pineta), que se extiende hacia el Port Neuf d'Estaubé, el Cotiella y Peña Montañesa.

Ambas especies, de origen estepario oriental, alcanzarían el Pirineo durante la gran sequía miocénica, pero en poblaciones reducidas contrastando con las que alcanzaron las estribaciones alpinas y aún perduran con notable vitalidad.

Minuartia villarii escasea mucho en los Pirineos occidentales y centrales (rara en Cotatuero de Ordesa), pero abunda tanto en glebas como peñascos de sus sierras meridionales (Peña Montañesa, Turbón) y muy particularmente en la caliza carbonífera de las estribaciones meridionales cantábricas (17) (15). Su centro genético parece tirrénico muy antiguo, habiendo colonizado los Alpes occidentales primitivos hacia el norte y también hacia el NW español; su área muy fragmentada indica su desaparición durante las glaciaciones cuaternarias, acaso por invasión forestal pliocénica, de la que escaparon las situadas en un relieve vigoroso y en contacto con las cubetas endorreicas miocénicas. Tanto ella como *Sesleria argentea*, *Oreochloa pedemontana*, *Laserpitium* gr. *nestleri* y otras parecidas, señalan claramente las áreas del norte peninsular y SW alpino más apropiadas para que se manifieste plenamente el endemismo conservador; precisamente en las últimas mencionadas, aparece con claridad una segregación en táxones y ecotipos muy especializados hacia la vida en comunidades permanentes petrosas explotadas por su ambiente continentalizado, fluctuante.

Reseda glauca, endemismo de origen ibérico muy antiguo (toda la sección *Glaucoriseda* se centra en Castilla) colonizó y persistió en los Pirineos, con estirpes orófitas (calcícolas o silicícolas), mientras en los Montes cantábricos parece más rara y localizada (16) en contacto con el laurel y otras termófilas, indicando la persistencia de un ecotipo ancestral distinto a los pirenaicos. *Reseda gredensis* y *R. complicata* (Sierra Nevada) indican la especialización orófitas antigua de las poblaciones meridionales de la sección.

Veamos ahora el área de algunas especies meridionales que permite suponer la existencia de climas cálidos pirenaicos a lo largo del acaecer climático entre el Mioceno-Cuaternario.

Cynoglossum nebrodense, afín a *C. germanicum* (*C. montanum*) pero termófila en los montes del Mediterráneo occidental, se acantona en la base de cantiles sobre suelos pedregosos y calizos, señalando los enclaves pirenaicos con mayor calor estival (Pir. C-W), en particular de las sierras exteriores en contacto con la cubeta ibérica seca; se aproxima por su ecología a la de *Achnatherum* (*Lasiagrostis*) *calamagrostis*.

Poa flaccidula es otra especie meridional que alcanza las estribaciones pirenaicas secas, pero con especialización ecológica hacia una termofilia exagerada (500-1200 m alt.); en Teruel rebasa los 2000 m. Es planta antigua y una de sus formas alcanza la sierra de Mallorca.

Linaria glauca ssp. *bubani* (*L. fragilis* Bub. non R. Femenías) surgió de un grupo polimorfo hispano y su área perfila la de los montes continentales del Sobrarbe-Ribagorza.

Scrophularia crithmifolia se acantona en la Andalucía oriental con área disyunta cantábrica (Peña Redonda, Espigüete), en enclaves diminutos riojanos y navarros hasta alcanzar los Pirineos occidentales y una parte de los centrales (Ordesa-Añisclo). En Peña Montañesa y el Turbón cambia su morfología (acaso razas de *S. hoppei*) que se aproxima a la dominante en los Alpes SW franceses (Alpes marit. etc.), precisamente en el área de *Linaria bubani* pirenaica (Sobrarbe-Ribagorza), deslindando una frontera biogeográfica fundamental, actual y pretérita.

F. Las endémicas pirenaicas. — Ya hemos mencionado algunas de las acantonadas en el área continental antigua pirenaica, con una *Linaria* de origen levantino-ibérico, pero el género *Petrocoptis* aporta una información decisiva al respecto.

Pueden distinguirse fácilmente dos grupos fundamentales de *Petrocoptis*, los orientales y los occidentales, con frontera precisamente entre Guara-Canciás y Benasque. Los estoloníferos sin rosea, con peciolo menor que su limbo, semilla grande y estrofiolo corto, pueden tipificarse en *P. pardoii* (Castellón-Teruel), con *P. mont-*

sicciana O. Bol. y Rivas Martínez (Terradets ca. Lérida), *P. guaren-sis* Fernández Casas (Guara-Agüero) y *P. albaredae* P. Monts. (Canciás-Santa Orosia, entre Fiscal-Sabiñánigo).

Los orófitos y occidentales se tipifican en *P. pyrenaica*, con rosetas basales y hojas de peciolo mayor que su limbo, semilla pequeña y estrofolo grande; la especie típica se centra en el Pirineo occidental, con formas orófitas (2400-2550 m) en Aspe-Bisaurín y formas arcaicas (algo convergentes con el grupo anterior) en la Jacetania (*P. pyrenaica* ssp. *hispanica* P. Monts.), las de Navarra (hasta San Donato) y las extraordinarias (*P. crassifolia* Rouy) del Sobrarbe continental que acaso representan el arquetipo de las formas septentrionales. Hacia el oeste aparecen otras especies con máximo de variabilidad en el Bierzo (León), pero todas con rosetas de hoja larga.

En la frontera paleoclimática mencionada (Gratal-Guara-Turbón) encontramos una especie ancestral (*P. crassifolia*) con caracteres comunes a las dos secciones y estirpes orófitas en Añisclo (1500-2000 m). Otra especie antigua confirma la existencia de dicha frontera.

Valeriana longiflora con sus dos subespecies marca las mismas áreas; la ssp. *longiflora* es subcantábrica (Rioja-Jacetania), como *Cochlearia aragonensis*, y alcanza su desarrollo máximo en la Jacetania entre Salvatierra de Esca (650 m)-Oroel (1750 m) y Castillo de Acher (2200 m). La ssp. *pau* (Cámara) P. Monts, es una termófila de las Sierras exteriores entre Agüero-Gratal-Guara y las gargantas del Ribagorzana (Lérida), de flor más rosada, inflorescencia robusta acrescente y hojas muy carnosas de limbo fuertemente cordiforme. Nunca coinciden las dos y si lo hicieran sin hibridarse acaso podrían considerarse especies distintas.

Veronica aragonensis Stroh (*V. humifusa* Bub.) se relaciona con estirpes meridionales levantinas (*V. rosea* y *V. tenuifolia*) de origen africano; es antigua su penetración pirenaica, con estirpe orófitas en las faldas del M. Perdido (2200 m) y su camino (valles del Cinca) viene jalonado por localidades relictas (800-1200 m), en Gratal, Guara, Peña Montañesa, Turbón, etc.

Del mismo grupo (Serie *Hispano-Africanæ* Rieck) varias estirpes orófitas bordearon la Meseta castellana, de Teruel-Cuenca hasta los páramos palentinos y cumbres de Peña Redonda (1950 m alt.), como la denominada *V. jabalambrensis* Pau var. *palentina* Lainz (1951, *Coll. Bot.* 3: 89); dicha variedad recorre el área marcada por *Juniperus thurifera* en Soria-Burgos-Palencia y *V. aragonensis* evita el clima marítimo catalán, conservando ambas sus apetencias continentales muy marcadas, mientras *V. tenuifolia* señala el paso a mo-

dalidades menos contrastadas, por cierta influencia mediterránea o subcantábrica.

Borderea pyrenaica forma comunidades glareícolas con la anterior en Peña Montañesa y Turbón, pero parece encontrar su óptimo en la solana de las Tres Sorores (2400-2500 m) en suelos trabajados por soliflucción y pendiente poco acentuada, con *Ranunculus parnassifolius* y la estirpe de *Brassica repanda* mencionada antes. Entra con abundancia extraordinaria en algunos pinares de Bujaruelo, no muy lejos del collado de Gavarnie o Bucharo (2000 m alt.), con suelo casajoso (crioturbación), en ambiente que es muy sugestivo para imaginar el ancestral de la especie. Al SE de su área aparece la extraordinaria *B. Chouardii* en cantiles y cuevas de Sopeira (850 m) (10). Ambas señalan la continentalidad extrema, actual y geológica, que ahora intentamos poner de manifiesto. *Androsace cylindrica* se acantona igualmente en Ordesa-Gavarnie-Añisclo, con una estirpe más glabra en Cotiella.

G. La pretendida rigidez ecológica de las paleoendémicas. — Se da indudablemente en poblaciones muy reducidas y como síntoma precursor de una próxima extinción, pero no puede generalizarse a especies muy acantonadas en poblaciones con suficiente número de individuos.

Si analizamos la información disponible, podemos decir que los dos casos extremos pueden simultanearse: por una parte especialización extrema y rigidez premortal en áreas periféricas extraordinariamente diminutas (falta de panmixia) y por otra la frescura y vitalidad de las estirpes que aún gozan de fuertes intercambios génicos en un singameon amplio. Las endémicas pirenaicas de área fragmentada presentan ambas posibilidades y el criterio utilizado al centrar las áreas actuales de cada una tiene en cuenta dicha vitalidad de población, área extensa y diferenciación ecotípica, acompañada frecuentemente de amplia variabilidad individual en el seno de cada población.

Ya hemos dicho que *Borderea pyrenaica* abunda en Bujaruelo (1900-2100 m alt.), comunidades forestales abiertas, gleras de poca pendiente y fisuras de peñasco; en Peña Montañesa, Cotiella y Turbón coloniza gleras muy grandes entre 1500-2450 m, así como cantiles con escasa insolación directa. En otras localidades intermedias sus poblaciones diminutas se instalan al pie de cuevas y extraplojos, con interferencia de la precipitación y un suelo pedregoso algo inestable; en dichos ambientes ya se observa cierta rigidez ecológica, extrema en su congénere *B. chouardii* de Sopeira.

Ramonda myconii forma comunidades vigorosas en cantiles sombreados y bosquetes poco densos, como los hayedos de Ordesa

(1400-1650 m alt.), con árboles retorcidos y sobre fuerte pendiente. Fuera de su centro areal, en su periferia y con clima menos propicio, ya se localiza en pocos cantiles y cuevas de clima local muy particular.

Brimeura amethystina encuentra su óptimo en el Sobrarbe más continental y con extraordinaria amplitud ecológica (600-2200 m alt.) en pastizales sobre suelo pedregoso (*Ononidion striatae*); en borde areal (Sierra de Cantabria-Navarra, Montsant-Tortosa) aparecen poblaciones muy reducidas y superespecializadas. Se trata de un género tirrénico (*Brimeura fastigiata* en Menorca-Córcega) y la especie pirenaica reaparece en Croacia, indicio claro de su antigüedad.

Dethawia tenuifolia, género monotípico muy antiguo, con dos subespecies bien caracterizadas. La ssp. *cantabrica* A. de Bolòs (1: 333-338) es fisurícola en Pico Espigüete (con *Anemone pavoniana* otra fisurícola rara) y en parte de los Picos de Europa, sierras escarpadas riojano-vascas y acaso algún monte del Pirineo occidental francés (área y ecología próxima a la de *Euphorbia chamaebuxus*). La ssp. *tenuifolia* es rupícola en gran parte de su área, pero en el Sobrarbe seco ya forma extensas comunidades en la umbría de Peña Montañesa (1700-1900 m alt.); son millares los individuos robustos que colonizan las erosiones del pinar (*Pinus uncinata*), junto con *Valeriana montana*, *Pulsatilla alpina*, *Laserpitium nestleri* y otras especies de potente raigambre, resistentes a la soliflucción en fuerte pendiente. Su ecología acaso sea testigo de la ancestral y sus reliquias fisurícolas testimonio del área anterior más extensa.

Lonicera pyrenaica aún expresa mejor las relaciones entre matorrales antiguos y reliquias de los peñascos. En el clima continental seco de Guara-Gratal, Turbón, etc., sus matas de 1-2 metros colonizan las gleras (borde y centro protegido por bloques), posteriormente en mezcla con boj, *Cotoneaster nebrodensis*, *Amelanchier ovalis* ssp. *embergeri* Favarger, *Ribes alpinum*, *Rhamnus alpina*, *Rosa* spp., etc., se pasa al roble seco y termófilo (quejigal en el país) con algún tejo y haya. Con suelo escaso e insolación reducida aún pueden verse matorrales densos de *L. pyrenaica*, en repisas de grandes cantiles, y matas aisladas en fisuras hasta colonizar los extraplomo-cueva. Un cambio de clima general puede eliminar los matorrales y quedan únicamente los pies fisurícolas; es lo que con seguridad ocurrió en gran parte del área específica y los fitosociólogos la consideran de *Asplenietea*.

Lo mismo podríamos decir de *Juniperus phoenicea* y sus bosques turolenses, del Somontano y Sobrarbe cálido oscenses; en la solana de Guara forma bosques ralos con carrasca (*Quercus rotun-*

difolia), *J. oxycedrus* (varias estirpes, una próxima a la ssp. *trans-tagana*), *J. communis* con *Arceuthobium oxycedri* parasitando las tres especies y a su vez diferenciado morfológicamente, lo que puede indicar antigüedad de la comunidad como tal, en el sustrato seco e inestable de las gleras soleadas guarenses. En el borde de su área sólo persiste la sabina negra o pudia en fisuras de peñasco. *Ephedra major* forma matorrales bajo enormes extraplomos, como el de Salvatierra de Esca (650-700 m) y pequeños rodales en gran parte de su área pirenaica (Lumbier, Sigüés, Biniés, Oroel, Gratal, Guara, Turbón, Terradets, etc.).

Ononis aragonensis abunda en matorrales secos de Teruel-Cuenca, así como en pocos montes pirenaicos hasta alcanzar Bujaruelo, en pinares (*Pinus sylvestris*) casi sin suelo y con fuerte pendiente (1300-1500 m alt.). En gran parte de su área pirenaica es rupícola y raro.

Generalizando podemos decir que el acantonamiento saxícola de muchas endémicas pirenaicas y otras especies raras, señala la extensión pretérita de un clima que favoreció su desarrollo en comunidades explotadas, como bosques ralos, matorrales o pastos, de suelo removido por soliflucción. Su conocimiento puede facilitar la detección de climas pretéritos distintos al actual y muy especialmente en el Pirineo occidental, Rioja-Vasconia y en las estribaciones meridionales cantábricas.

4. CONSIDERACIONES FINALES

En la enumeración sucinta anterior de algunas especies con área y ecología significativa, dejamos sin mencionar otras termófilas más orientales (Pallars-Urgellet-Cerdaña), como las relacionadas con la flora levantina española. Cabe citar entre las que alcanzan las cercanías de Seo de Urgel (600-800 m alt.): *Antirrhinum molle*, *Erinacea anthyllis*, *Alyssum serpyllifolium*, *Ptilotrichum lapeyrou-sianum*, *Linaria aeruginea*, *Globularia alypum*, *Veronica tenuifolia*, *Viola willkommii*, etc., junto con otras más exigentes en humedad como *Galium maritimum*, *Linaria arvensis*, *Coriaria myrtifolia*, etc. Entre las nitrófilas exigentes en suelo exopercolativo, *Kochia prostrata*, *Stipa parviflora*, *Convolvulus althaeoides*, *Achillea odorata*, *Eruca vesicaria* y *Cynoglossum cheirifolium*, más las andropogoneas *Hyparrhenia pubescens*, *H. hirta* y *Heteropogon contortus*.

Estas listas bastan para detectar modalidades continentales ya influidas por el enclave estepario de la Cerdaña y el Mediterráneo próximo. Hacia el oeste de Navarra se observa algo parecido por

la cercanía del Cantábrico (clima subcantábrico) pero ahora no vamos a estudiarlo.

Todo lo expuesto se dirige fundamentalmente a destacar las continentalidades más persistentes del centro pirenaico aragonés y algunas de las variaciones más importantes en comarcas contiguas, testigo de una mayor amplitud del clima continental en otras épocas. Con seguridad dicha área fue más extensa en períodos geológicos anteriores y el endemismo, con sus extraordinarias exigencias ecológicas, señala que persistió hasta nuestros días, sin llegar a desaparecer nunca del todo. La ecología reinante ahora en varios tipos de comunidades permanentes de montaña, permite descubrir los mecanismos utilizados por las plantas durante las oscilaciones climáticas cuaternarias.

El método de trabajo propuesto sólo es válido si se conoce bien el área de las especies utilizadas; por ello cabe esperar que en el futuro aún proporcionará datos más concluyentes, en especial cuando puedan interpretarse correctamente todos los fenómenos observados, utilizando métodos de otras ciencias biológicas y geológicas, bajo el criterio ecológico de una evolución común dentro de comunidades naturales, en *ambientes topográficos diferenciados* ahora y en el pasado más o menos remoto.

BIBLIOGRAFÍA

- BOLDÒS, A. de, 1953. — Datos botánicos sobre los montes de Falgars (Berga). *Coll. Bot.* 3: 325-344. Barcelona.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1948. — Les souches préglaciaires de la flore pyrénéenne. *Coll. Bot.* 2: 1-23. Barcelona.
- BRAUN-BLANQUET, J. y BOLDÒS, O. de, 1957. — Les groupements végétaux du Bassin Moyen de l'Ebre et leur dynamisme. *An. Est. Exp. Aula Dei*, 5: 1-266 y anexo con tablas. Zaragoza.
- CHOUARD, P., 1948. — L'association à *Telephium imperati* et *Clypeola microcarpa* des corniches calcaires en encorbellement, et ses richesses floristiques à la Pène de Sécougnat près Gavarnie. *Bull. Soc. bot. Fr.* 96: 155-160. Paris (76^e Sess. extr. Pyr. Centrales).
- Colloque interdisciplinaire sur les milieux naturels supra-forestiers des montagnes du Bassin occidental de la Méditerranée.* Soc. bot. Fr. et Centre universitaire de Perpignan, 5-6 février 1971. Perpignan (cf. BAUDIÈRE, A. en 6.^o Congr. Int. EE. Pyrénéennes, Bagnères de Bigorre, 18-22 sept. 1971).
- FAVARGER, C., 1969. — L'endemisme en Géographie botanique. *Scientia* 104 (681-682): 1-16. Milán.
- FAVARGER, C., 1971. — Relations entre la flore méditerranéenne et celle des enclaves à végétation subméditerranéenne d'Europe centrale. *Boissiera* 19: 149-168. Ginebra.
- FAVARGER, C. y KÜPFER, PH., 1968. — Contribution à la cytotoxicologie de la flore alpine des Pyrénées. *Coll. Bot.* 7: 325-357. Barcelona.
- FONT QUER, P., 1950. — *Flora catalana, Scabiosa* L. Inst. Estudis catalans. Arxius Sec. Ciències, 18, 29 pp. fol. (cf. mapa p. 20). Barcelona.
- GAUSSEN, H., 1965. — Révision des *Dioscorea (Borderea)* pyrénéens. *Doc. Cartes prod. vég. Sér. Pyrénées* vol. 3 art. 7, 16 pp. — *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 100. Toulouse. Fac. Sciences Paul Sabatier. — 1966. Cf. vol. 4 (3) Dioscoreaceae, 15 + 8 páginas. Toulouse.
- GERVAIS, C., 1968. — Notes de Cytotoxicologie sur quelques *Avena* vivaces. *Bull. Soc. Neuch. Sci. Nat.* 91: 105-117. Neuchâtel. — 1973. Cf. Thèse. Contribution à l'étude cytologique et taxonomique des avoines vivaces (gen. *Helictotrichon* Bess. et *Avenochloa* Holub). *Mém. Soc. Helvétique des Sci. Nat.* 88: 1-166 + 1-56 fol. Zürich.
- KÜPFER, PH., 1968. — Nouvelles prospections caryologiques dans la flore orophile des Pyrénées et de la Sierra Nevada. *Bull. Soc. Neuch. Sci. Nat.* 91: 87-104. Neuchâtel.
- KÜPFER, PH., 1969. — Recherches cytotoxicologiques sur la flore des montagnes de la Péninsule Ibérique. *Bull. Soc. Neuch. Sci. Nat.* 29: 31-48. Neuchâtel.
- KÜPFER, PH. et FAVARGER, C., 1967. — Premières prospections caryologiques dans la flore orophile des Pyrénées et de la Sierra Nevada. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 264: 2.463-2.465. Paris.
- LAÍNZ, M., 1961. — Aportación al conocimiento de la flora cántabro-astur, núm. 5: 9. *Bol. Inst. Est. Asturianos* (Supl. Ciencias núm. 3) Oviedo. — 1962. — Aport. núm. 6: 7. En idem., núm. 5. — 1973. — Aport. núm. 10: 12-13. En idem., núm. 16. Oviedo.
- LOSA, M. T., 1955. — Resumen de un estudio comparativo entre las flores de los Pirineos franco-españoles y los montes cántabroleoneses. *An. I. Bot. A. J. Cavan.* 13: 233-267. Madrid.
- LOSA, M. T., 1955. — Catálogo de las plantas que se encuentran en los montes palentino-leoneses. *An. I. Bot. A. J. Cavan.* 15: 243-376. Madrid.
- LOSA, M. T. y MONTSERRAT, P., 1946. — Aportaciones para el conocimiento de la flora del Valle de Ordesa. *Coll. Bot.* 1: 127-175. Barcelona.
- MARGALEF, R., 1968. — *Perspectives in Ecological Theory.* Chicago.
- MARGALEF, R., 1970. — Explotación y gestión en Ecología. *Pirineos* 98: 103-121. Jaca.
- MONTSERRAT, P., 1966. — Vegetación de la Cuenca del Ebro. *P. Centro pir. de Biol. exp.* 1 (5), 22 pp. y un mapa 1:1.000.000 en negro. Jaca.
- MONTSERRAT, P., 1971 a. — *La Jacetania y su vida vegetal.* Caja de Ahorros de Zaragoza, Aragón y Rioja. Mapa en color 1:200.000. Zaragoza. — Cf. *Pirineos* 101: 5-22, con dicho mapa. Jaca.
- MONTSERRAT, P., 1971 b. — El clima subcantábrico en el Pirineo occidental español. *Pirineos* 102: 5-19. Jaca. — cf. *Actes du IV Cong. Int. d'Études Pyrén.*, Pau-Lourdes, sept. 1962, 2 (2): 167-179. Toulouse, 1972.
- MONTSERRAT, P., 1972. — Mapa en negro (heliocopia) del Pirineo leridano y oscense, en la *Guide (partie espagnole) de la C^e Sess. extr. de la Soc. bot. Fr.*, mai 1972 (original en Toulouse, Prof. G. DURRIEU). Cf. la parte que figura en la guía al VII Congreso Int. E. Pirenaicos.
- MONTSERRAT, P., 1974. — L'Exploration floristique des Pyrénées occidentales. *Bol. Soc. Broteriana* (Supl. Symposium Fl. Europ.) 47: 227-241. Coimbra. (Cf. esbozo cartográfico del Valle del Ebro, pág. 241).
- MONTSERRAT, P. y VILLAR, L., 1972. — El endemismo ibérico. *Bol. Soc. Broteriana* (2.^a ser.) 46: 503-527. Coimbra.

27. SANDWITH, N. Y. y MONTSERRAT, P., 1966. — Aportación a la flora pirenaica. *Pirineos* 79-80: 21-74. Jaca.
28. VILLAR, L., 1972. — Notas florísticas del Pirineo occidental. *Pirineos* 103H 5-25. Jaca.

RESUMEN

Este trabajo corresponde a las dos comunicaciones (Climatología y Botánica) presentadas al VIII Congr. Intern. de E. Pirenaicos en La Seu d'Urgell (Lérida) y septiembre de 1974. Respeto ahora la redacción original que corresponde a un tiempo dedicado a la integración fitoclimática, topográfica, con interpretación del endemismo.

El Sumario indica la temática. Los climas topográficos y unos principios básicos de la explotación natural en ladera montañosa, sirven para la introducción ambientadora. El estudio intenso del Pirineo Central, con plantas muy especializadas, ya nos permite interpretar el endemismo antiguo como adaptación a unos climas contrastados, continentales, de ahora y del pasado geológico.

Se trata de un intento de síntesis, de interpretación a nivel del paisaje, con *espacio* topográfico y un *tiempo* exigido por la evolución de los sistemas biológicos, de plantas en su ambiente abiótico. Se mantiene la bibliografía de 1974.

RÉSUMÉ

En connexion avec un étude sur le climat subcantabrique (23), quelques travaux de cartographie botanique (21, 22, 24) et surtout un étude sur l'endémisme (26), on parle des modalités climatiques les plus continentalisées (surtout oroclimas avec microclimas) des sols favorisant une érosion qui exploite les communautés végétales en les empêchant d'évoluer vers la maturation climacique.

Dans des communautés permanentes de montagne on trouve toutes les modalités d'exploitation (abiotique et biotique), sols initiaux secs et soumis aux écarts thermiques; ce sont des fluctuations du climat édaphique, fluctuations de l'environnement caractéristiques des steppes à climat continental qui empêchent la maturation communautaire.

Les espèces stenoïques et surtout celles endémiques des Pyrénées, Monts cantabres- ibériques, etc., témoignent l'extension ancienne des communautés à allure steppique et on peut penser à une extension des climats continentaux pendant des périodes géologiques reculées dans le temps, les glaciations et surtout pendant l'assèchement au miocène de la mer méditerranéenne. Le Sobrarbe et une partie du Ribagorza sont restés presque toujours très continentaux, en contact avec une dépression ibérique endorrhéique du Miocène à l'époque actuelle (Monegros); *Borderea pyrenaica*, *B. chouardii*, *Valeriana longiflora* ssp. *pau*, *Petrocoptis guarensis*, *P. montsicciana*, *P. albaredae*, *Linaria bubani*, *Veronica aragonensis*, *Poa flaccidula*, etc., ont un aire pyrénéenne très suggestive sous ce rapport.

SUMMARY

Continentality of the Pyrenean climates

There are plenty of climatic modalities on the big mountains like the Pyrenees. In a previous work (23) it was analysed the oceanic influence from the Cantabrian sea, with modifications by valleys and mountains of the W-Pyrenees; in more recent geobotanical maps (21, 22, 24) and papers studying endemics (25, 26) it was intended to found connections between open communities, permanent communities (the exploit ones) and the stenoic plants, adapted to fluctuant climates (continentalised climate) like the steppic ones.

In the exploit communities with heavy solifluction or on limestone cliffs, climatic fluctuation is typical and they are adapted to geological climatic changes like in the recent quaternary glaciations. Community maturation is stopped and heliophilous plants remained on nunataks or isles entoured by forests. There are similarities with steppic conditions and relictual communities suggest previous dry steppic climates, connected with big endorrheic depressions like Aragon and Castille in miocenic dry climate (the Mediterranean sea dried and was endorrheic for a million years), and with reduced but persistent endorrheism in Palencia-Zamora and Los Monegros.

There are a number of endemics dry resistant and adapted to solifluction and many similar mechanisms of natural exploitation; also some Iberian or Iberomauritanian plants, are introduced on the Central Pyrenees and his areals suggest the persistence of a dry-continental climate in Somontano-Sobrarbe and a part of Ribagoza countries: *Borderea pyrenaica*, *B. chouardii*, *Valeriana longiflora* ssp. *pau*, *Petrocoptis guarensis*, *P. montsicciana*, *P. albaredae*, *P. crassifolia*, *Linaria bubani*, *Veronica aragonensis*, *Poa flaccidula*, *Scrophularia* gr. *hoppei*, etc.